অধ্যায় ০১

তাপগতিবিদ্যা

এই অধ্যায়ের বিগত বছরসমূহের বোর্ড প্রশ্নের বিশ্লেষণ:

বোর্ড	২০২২					২০২১					২০১৯					২০১৮					২০১৭				
	CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ
	ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ	
ঢাকা	2	2	1	1	3	2	2	2	2	6	1	1	1	1	2			1	1	2	1	1	1	1	2
রাজশাহী	2	1	1	1	3	2	2	2	2	5	1	1	1	1	3	সকল বোর্ড					1	1	1	1	2
চট্টগ্রাম	1	1	1	1	3	1	3	2	2	8	1	1	1	1	2						1	1	1	1	3
সিলেট	2	2	2	2	4	2	2	2	2	5			1	1	3						1	1	1	1	3
বরিশাল	1	1	1	1	4	2	2	2	2	7	1	2	1	1	3								1	1	2
যশোর	2	2	2	2	4	2	2	2	2	6	2	1	1	1	2						1	1	1	1	3
কুমিল্লা	3	2	2	2	3	2	2	2	2	3	1	1	1	1	3						1	1	1	1	2
দিনাজপুর	1	1	1	1	4	2	2	2	2	9	1	1	1	1	3						1	1	1	1	4
ময়মনসিংহ	1	1	2	2	6	2	2	2	2	7															

বি.দ্র.- ২০২০ সালে বোর্ড পরীক্ষা অনুষ্ঠিত হয় নাই এবং ২০১৮ সালে সকল বোর্ডে অভিন্ন প্রশ্ন পদ্ধতিতে পরীক্ষা অনুষ্ঠিত হয়।

গুরুত্বপূর্ণ সংজ্ঞা ও তথ্যাবলি

◈ **নিম্ন স্থির বিন্দু:**
যে তাপমাত্রায় প্রমাণ চাপে বিশুদ্ধ বরফ পানির সাথে সাম্যাবস্থায় থাকতে পারে অর্থাৎ যে তাপমাত্রায় বিশুদ্ধ বরফ গলতে শুরু করে তাকে নিম্ন স্থির বিন্দু বা বরফ বিন্দু বলে।

◈ **ঊর্ধ্ব স্থির বিন্দু:**
যে তাপমাত্রায় প্রমাণ চাপে বিশুদ্ধ পানি জলীয় বাষ্পের সাথে সাম্যাবস্থায় থাকতে পারে বা যে তাপমাত্রায় বিশুদ্ধ পানি জলীয় বাষ্পে পরিণত হতে শুরু করে তাকে ঊর্ধ্ব স্থির বিন্দু বা স্টিম বিন্দু বলে।

সকল দুই স্থির বিন্দু স্কেলের ক্ষেত্রে, $\frac{\text{তাপমাত্রা} - \text{নিম্ন স্থির বিন্দু}}{\text{ঊর্ধ্ব স্থির বিন্দু} - \text{নিম্ন স্থির বিন্দু}} = \frac{X_\theta - X_{ice}}{X_{steam} - X_{ice}}$; X = তাপমিতিক ধর্ম

◈ কোনো স্কেলে প্রাথমিক অন্তর = ঊর্ধ্ব স্থির বিন্দু – নিম্ন স্থির বিন্দু

◈ বিভিন্ন তাপমাত্রার স্কেলে নিম্ন ও ঊর্ধ্ব স্থির বিন্দু:

স্কেল	সেলসিয়াস (°C)	ফারেনহাইট (°F)	কেলভিন (K)	র‍্যাংকিন (°Rn)	রোমার (°R)
নিম্ন স্থির বিন্দু	0	32	273.16	492	0
ঊর্ধ্ব স্থির বিন্দু	100	212	373.16	672	80

1. সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় স্থির থাকে → তাপমাত্রা	3. সমচাপীয় প্রক্রিয়ায় স্থির থাকে → চাপ
2. রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় স্থির থাকে → এনট্রপি	4. সমআয়তন প্রক্রিয়ায় স্থির থাকে → আয়তন

◈ অন্তঃস্থ শক্তি বৃদ্ধি পেলেও তাপমাত্রার বৃদ্ধি নাও ঘটতে পারে। যেমন: কোনো বস্তুর গলনের সময় এতে তাপ প্রদান করলে এর অন্তঃস্থ শক্তি বৃদ্ধি পায় কিন্তু, তাপমাত্রার কোনো পরিবর্তন হয় না। (দশা পরিবর্তন)

- সমোষ্ণ পরিবর্তন সাধারণত খুব ধীরে ধীরে হয়। আর রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়া সাধারণত খুব দ্রুত ও আচমকা হয়। এত দ্রুত হয় যে তাপশক্তি পরিবর্তনের সময় থাকে না। যেমন, হঠাৎ টায়ার ফেটে যাওয়া রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়া।
- কোনো নির্দিষ্ট পরিমাণ গ্যাসের অভ্যন্তরীণ শক্তি শুধু এর তাপমাত্রার উপর নির্ভর করে, এর চাপ বা আয়তনের উপর নির্ভর করে না।
- অপসারিত তাপ যত বেশি এবং কমপ্রেসর কর্তৃক কৃতকাজের মান যত ছোট হবে k এর মান তত বৃদ্ধি পাবে। তাই k এর মান যত বড় হবে, ফ্রিজ তত বেশি efficient হবে এবং কম বিদ্যুৎ শক্তি ব্যয় করে বেশি ঠাণ্ডা করতে পারবে।
- এনট্রপি হল তাপ প্রবাহের দিক নির্ধারণকারী।
- রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় প্রসারণে সিস্টেমের অন্তঃস্থ শক্তি হ্রাস পায় (শীতল হয়) এবং সংকোচনে অন্তঃস্থ শক্তি বাড়ে (উষ্ণ হয়)।
- তাপগতিবিদ্যার দ্বিতীয় সূত্রের মূলকথা ইঞ্জিনের দক্ষতা 100% হওয়া সম্ভব নয়। নিম্ন তাপমাত্রা হতে উচ্চ তাপমাত্রার বস্তুতে তাপের স্বতঃস্ফূর্ত প্রবাহ সম্ভব নয়।

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলি

- পাঁচটি গুরুত্বপূর্ণ স্কেলের মধ্যে সম্পর্ক:

(i) $\frac{C-0}{100-0} = \frac{F-32}{212-32} = \frac{T-273}{373-273} = \frac{Rn-492}{672-492} = \frac{R-0}{80-0}$

এখানে, C = সেলসিয়াস তাপমাত্রা, F = ফারেনহাইট তাপমাত্রা, T= কেলভিন তাপমাত্রা, Rn = র‍্যানকিন, R = রোমার

(ii) $\frac{\Delta C}{5} = \frac{\Delta F}{9} = \frac{\Delta T}{5} = \frac{\Delta Rn}{9} = \frac{\Delta R}{4}$

এখানে, ΔC = সেলসিয়াস স্কেলে তাপমাত্রার পরিবর্তন, ΔF = ফারেনহাইট স্কেলে তাপমাত্রার পরিবর্তন, ΔT = কেলভিন স্কেলে তাপমাত্রার পরিবর্তন

(iii) $T \propto x$ বা, $\frac{T_1}{T_2} = \frac{x_1}{x_2}$ [x = তাপমিতিক ধর্ম] এবং $\Delta T \propto \Delta x$

- সমোষ্ণ প্রক্রিয়ার ক্ষেত্রে, $\Delta U = 0$, $\Delta Q = \Delta U + \Delta W \Rightarrow \Delta Q = \Delta W$; সমোষ্ণ প্রক্রিয়ার ক্ষেত্রে, PV = ধ্রুবক
সমোষ্ণ রেখার ঢাল $= -\frac{P}{V}$; রুদ্ধতাপীয় রেখার ঢাল $= \gamma\left(-\frac{P}{V}\right)$; সমচাপ প্রক্রিয়ার ক্ষেত্রে, $\Delta W = P\Delta V$
- রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ার ক্ষেত্রে (i) PV^{γ} = ধ্রুবক (ii) $TV^{\gamma-1}$ = ধ্রুবক (iii) $TP^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}$ = ধ্রুবক।
- রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়া ক্ষেত্রে dW = PdV যখন P ধ্রুব চাপে আয়তন পরিবর্তন ঘটানো হবে। কিন্তু চাপ ধ্রুব না হয়ে পরিবর্তনশীল হলে- এখানে W হল সিস্টেম কর্তৃক কৃতকাজ। বাহ্যিক চাপ বা বল দ্বারা কৃতকাজ হবে −W।

(i) সমোষ্ণ প্রক্রিয়ার ক্ষেত্রে: $\int_0^W dW = \int_{P_1}^{P_2} PdV$; $W = \int_{V_1}^{V} \frac{k}{V} dV$ [সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় PV = k ধ্রুবক]

$W = k[\ln V_2 - \ln V_1] = k \ln \frac{V_2}{V_1}$

আবার, $P_1V_1 = P_2V_2 = k = nRT \therefore W = k \ln \frac{V_2}{V_1}$

$\therefore W = k \ln \frac{V_2}{V_1} = P_1V_1 \ln \frac{V_2}{V_1} = P_2V_2 \ln \frac{V_2}{V_1} = nRT \ln \frac{V_2}{V_1}$

(ii) রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায়:

এক্ষেত্রে, $PV^{\gamma} = P_1V_1^{\gamma} = P_2V_2^{\gamma} = k$ (ধ্রুবক) $\therefore \int_0^W dW = \int_{P_1}^{P_2} PdV; = \int_{V_1}^{V_2} \frac{k}{V^{\gamma}} dv$

$W = k\frac{1}{-\gamma+1} [V^{-\gamma+1}]_{V_1}^{V_2} = k\frac{1}{1-\gamma} \left(V_2^{1-\gamma} - V_1^{1-\gamma}\right) = k\frac{1}{1-\gamma} \left(\frac{V_2}{V_2^{\gamma}} - \frac{V_1}{V_1^{\gamma}}\right)$

$= \frac{1}{1-\gamma}\left(P_2 \frac{k}{V_2^{\gamma}} - P_1 \frac{k}{V_1^{\gamma}}\right) \therefore W = \frac{1}{1-\gamma} [P_2V_2 - P_1V_1] \Rightarrow W = \frac{1}{1-\gamma} [nRT_2 - nRT_1] \therefore W = \frac{nR}{1-\gamma} [T_2 - T_1]$

রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায়, $dQ = 0 \therefore dU = -dW$

- কার্নো ইঞ্জিনের ক্ষেত্রে, $\frac{Q_1}{T_1} = \frac{Q_2}{T_2}$; যেখানে Q_1 = তাপ উৎস থেকে বর্জিত তাপ, Q_2 = তাপ গ্রাহক কর্তৃক গৃহীত তাপ, T_1 = উৎসের তাপমাত্রা, T_2 = গ্রাহকের তাপমাত্রা

- ইঞ্জিনের দক্ষতা, $\eta = \frac{W}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$ [এখানে আমরা যা চাই (Output) = W, যা খরচ করি (Input) = Q_1]
  যেখানে $W = Q_1 - Q_2$ = ইঞ্জিন দ্বারা কৃত কাজ (যা তাপশক্তি থেকে রূপান্তরিত হয়েছে)
- কার্নো ইঞ্জিনের দক্ষতা, $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$
- ধ্রুব তাপমাত্রার ক্ষেত্রে, $\Delta S = \frac{\Delta Q}{T}$; পরিবর্তনশীল তাপমাত্রার ক্ষেত্রে, $\Delta S = \int_{T_1}^{T_2} \frac{dQ}{T}$
- $\Delta S = ms \ln \frac{T_2}{T_1}$ (কোনো বস্তুর তাপমাত্রা পরিবর্তনের ক্ষেত্রে)

সহজে মনে রাখার কৌশল

কর্মদক্ষতার ক্ষেত্রে এভাবে লিখতে পারি $= \frac{\text{Output}}{\text{input}} = \frac{\text{আমরা যা চাই (Output)}}{\text{তার জন্য আমরা যা খরচ করি (Input)}}$

কার্নো ইঞ্জিন হতে আমরা কাজ চাই এবং এজন্য তাপ দেই। $\eta = \frac{W}{Q_1}$; Q_1 প্রদত্ত তাপ (Input) এবং W লব্ধ কাজ (Output)

রেফ্রিজারেটরের ক্ষেত্রে আমরা চাই এর অভ্যন্তরীণ প্রকোষ্ঠ ঠাণ্ডা করতে। এজন্য তাপ বের করতে হবে। θ_1 হবে Output ; যা বের করে দিচ্ছি। এজন্য কম্প্রেসারের Energy (W) খরচ করা হয়। কার্যকৃত সহগ (COP), $K = \frac{\theta_1}{W}$

বহুনির্বাচনি প্রশ্ন ও সমাধান

MCQ: বিগত বছরসমূহের বোর্ড প্রশ্ন ও সমাধান

01. রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় কোন ভৌত রাশি স্থির থাকে? **[DB'22,BB'21,17][Ans: c]**
(a) তাপমাত্রা (b) চাপ (c) এনট্রপি (d) অভ্যন্তরীণ শক্তি

02. 1.0×10^5 Nm^{-2} স্থির চাপে কোনো আদর্শ গ্যাসের আয়তন 0.04 m^3 থেকে প্রসারিত হয়ে 0.05 m^3 হলো। বহিঃস্থ কাজের পরিমাণ কত? **[DB'22]**
(a) 1 J (b) 10 J (c) 100 J (d) 1000 J
সমাধান: **(d)**; বহিঃস্থ কাজ, $W = P\Delta V$
$= 1.0 \times 10^5 \times (0.05 - 0.04)$ J $= 1000$ J

03. অপ্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়া- **[DB'22][Ans: d]**
(i) একটি দ্রুত প্রক্রিয়া (ii) একটি স্বতঃস্ফূর্ত প্রক্রিয়া
(iii) সিস্টেম তাপগতীয় সাম্যাবস্থা বজায় রাখে না
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

04. উন্মুক্ত সিস্টেমে সিস্টেম ও পরিবেশের মধ্যে আদান-প্রদান হয় কোনটি? **[RB'22] [Ans: c]**
(a) ভর ও ভরবেগ (b) ভরবেগ ও শক্তি
(c) ভর ও শক্তি (d) ভর ও চাপ

05. আয়তন অপরিবর্তিত রেখে কোনো গ্যাসে যদি কিছু তাপ প্রয়োগ করা হয়, তাহলে ঐ গ্যাসের ক্ষেত্রে- **[RB'22][Ans: d]**
(i) চাপ বৃদ্ধি পায় (ii) গতিশক্তি বৃদ্ধি পায়
(iii) তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

06. m ভরের এবং s আপেক্ষিক তাপের কোনো বস্তুর উচ্চ তাপমাত্রা T_1 থেকে নিম্ন তাপমাত্রার T_2 তে পরিবর্তিত হলে এর এনট্রপির পরিবর্তন হবে কোনটি? **[RB'22] [Ans: a]**
(a) $ms(\ln T_2 - \ln T_1)$ (b) $ms(\ln T_1 - \ln T_2)$
(c) $ms\ln(T_2 - T_1)$ (d) $ms\ln(T_1 - T_2)$

07. এন্ট্রপির একক কোনটি? **[Ctg.B'22, SB'22, JB'22, Din.B'21, SB'19]**
(a) NK^{-1} (b) JK^{-1} **[Ans: b]**
(c) $JK^{-1}mol^{-1}$ (d) $N^{-1}m^{-1}C^2$

08. সমোষ্ণ প্রক্রিয়ার ক্ষেত্রে প্রযোজ্য হলো- **[Ctg.B'22]**
(i) এ প্রক্রিয়ায় তাপমাত্রা স্থির থাকে **[Ans: b]**
(ii) এ প্রক্রিয়ায় $dQ = -dW$
(iii) এ প্রক্রিয়ায় সিস্টেম ও পরিবেশের মধ্যে তাপের আদান-প্রদান হয়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

09. থার্মোমিতির মূল সমীকরণ নিচের কোনটি? **[Ctg.B'22] [Ans: b]**
(a) $\frac{N}{\theta - \theta_{ice}} = \frac{X_\theta - X_{ice}}{X_{steam} - X_{ice}}$ (b) $\frac{\theta - \theta_{ice}}{N} = \frac{X_\theta - X_{ice}}{X_{steam} - X_{ice}}$
(c) $\frac{N}{\theta - \theta_{ice}} = \frac{X_{steam} - X_{ice}}{X_\theta - X_{ice}}$ (d) $\frac{\theta - \theta_{ice}}{N} = \frac{X_{steam} - X_{ice}}{X_\theta - X_{ice}}$

10. আর্গন গ্যাসের ক্ষেত্রে $\gamma = \frac{5}{3}$ হলে স্থির আয়তনে মোলার আপেক্ষিক তাপ কত? **[SB'22] [Ans: c]**
(a) $\frac{7}{2}R$ (b) $\frac{5}{2}R$ (c) $\frac{3}{2}R$ (d) R

11. রেফ্রিজারেটর তাপগতিবিদ্যার কোন সূত্রের ভিত্তিতে নির্মিত হয়? [SB'22] [Ans: c]
(a) শূন্যতম (b) প্রথম (c) দ্বিতীয় (d) তৃতীয়

12. রুদ্ধতাপীয় পরিবর্তন [SB'22] [Ans: a]
(i) দ্রুত সংঘটিত হয়
(ii) অপরিবাহী পাত্রে সংঘটিত হয়
(iii) $PV^{\gamma-1}$ = ধ্রুবক
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

13. তাপগতিবিদ্যার প্রথম ও দ্বিতীয় সূত্রের সমন্বিত রূপ হলো- [BB'22] [Ans: d]
(i) $dW = TdS - du$ (ii) $du = TdS - PdV$
(iii) $dW = TdS - C_v dT$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

14. তাপগতীয় ক্ষেত্রে প্রযোজ্য- [BB'22] [Ans: d]
(i) সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায়, $dU = 0$
(ii) রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায়, $dW = -dU$
(iii) সমআয়তন প্রক্রিয়ায়, $dQ = dU$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

15. একটি কার্নো ইঞ্জিন হিমাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্কের মধ্যে কার্যরত আছে। এর দক্ষতা কত? [BB'22, MB'22]
(a) 98% (b) 62.18% (c) 46.28% (d) 26.81%
সমাধান: (d); $\eta = \left(1 - \frac{273}{373}\right) \times 100\% = 26.81\%$

16. প্রত্যাগামী প্রক্রিয়ায় এনট্রপি- [BB'22] [Ans: a]
(a) স্থির থাকে (b) বৃদ্ধি পায়
(c) হ্রাস পায় (d) শূন্য হয়

17. কোনো সিস্টেম কর্তৃক কৃতকাজ শূন্য-এর অর্থ- JB'22] [Ans: c]
(a) চাপ স্থির কিন্তু আয়তন বৃদ্ধি পায়
(b) চাপ স্থির কিন্তু আয়তন কমে যায়
(c) আয়তন স্থির কিন্তু চাপ বৃদ্ধি পায়
(d) চাপ, আয়তন এবং তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায়

18. রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় একটি আদর্শ গ্যাসের চাপ ও তাপমাত্রার মধ্যে সম্পর্ক- [JB'22] [Ans: d]
(a) $P^{\gamma-1}T^{\gamma}$ = ধ্রুবক (b) $P^{\gamma}T^{\gamma+1}$ = ধ্রুবক
(c) $P^{\gamma}T^{\gamma-1}$ = ধ্রুবক (d) $P^{1-\gamma}T^{\gamma}$ = ধ্রুবক

19. এক পরমাণুক গ্যাসের ক্ষেত্রে γ এর মান কত? [JB'22] [Ans: d]
(a) 1.11 (b) 1.33 (c) 1.41 (d) 1.67

20. কোনো ব্যবস্থা পরিবেশ থেকে 50 জুল তাপশক্তি শোষণ করে এবং পরিবেশের উপর 20 জুল কাজ সম্পাদন করে। এতে ব্যবস্থার অন্তঃস্থ শক্তির পরিবর্তন কত? [CB'22] [Ans: b]
(a) 20 জুল (b) 30 জুল (c) 50 জুল (d) 70 জুল

21. রুদ্ধ তাপীয় প্রক্রিয়ায়- [CB'22] [Ans: a]
(i) Entropy অপরিবর্তিত থাকে
(ii) তাপের আদান-প্রদান ঘটে না
(iii) তাপমাত্রার পরিবর্তন ঘটে না
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

22. ত্রিপরমাণুক গ্যাসের জন্য γ এর মান- [CB'22] [Ans: a]
(a) 1.33 (b) 1.41 (c) 1.66 (d) 3.00

23. প্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়ার ক্ষেত্রে- [Din.B'22] [Ans: b]
(a) এটি স্বতঃস্ফূর্ত প্রক্রিয়া (b) এটি ধীর প্রক্রিয়া
(c) তাপগতীয় সাম্যাবস্থা বজায় থাকে না
(d) শক্তির অপচয় হয়

নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
কোনো তাপ ইঞ্জিনের তাপগ্রাহকের তাপমাত্রা 360 K এবং দক্ষতা 40%

24. তাপ উৎসের তাপমাত্রা হল- [Din.B'22]
(a) 100 K (b) 600 K (c) 720 K (d) 900 K
সমাধান: (b); $\eta = \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) \times 100\%$
$\Rightarrow 40\% = \left(1 - \frac{360}{T_1}\right) \times 100\% \Rightarrow 1 - \frac{360}{T_1} = 0.4$
$\Rightarrow T_1 = \frac{360}{0.6} \therefore T_1 = 600$ K

25. ইঞ্জিনের দক্ষতা দ্বিগুণ করতে হলে উৎসের তাপমাত্রা বৃদ্ধি করতে হবে- [Din.B'22]
(a) 450 K (b) 600 K (c) 900 K (d) 1200 K
সমাধান: (d); $\eta' = 2\eta = 2 \times 40\% = 80\%$
$\eta' = \left(1 - \frac{T_2}{T_1 + \Delta T}\right) \times 100\%$
$\Rightarrow 80\% = \left(1 - \frac{360}{600 + \Delta T}\right) \times 100\%$
$\Rightarrow 1 - \frac{360}{600 + \Delta T} - 0.8 \Rightarrow 600 + \Delta T = \frac{360}{0.2}$
$\Rightarrow 600 + \Delta T = 1800 \therefore \Delta T = 1200$ K

26. কার্নোচক্রের দ্বিতীয় ধাপে- [Din.B'22] [Ans: a]
(i) চাপ হ্রাস পায় (ii) তাপমাত্রা হ্রাস পায়
(iii) আয়তন হ্রাস পায়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

27. রুদ্ধতাপীয় প্রত্যাগামী প্রক্রিয়ায় কোনো সিস্টেমের যে তাপগতীয় ধর্ম ধ্রুব থাকে তাকে বলে- [MB'22] [Ans: d]
(a) গতিশক্তি (b) অন্তঃস্থ শক্তি
(c) তাপমাত্রা (d) এনট্রপি

28. তাপের যান্ত্রিক সমতার একক কোনটি? [MB'22] [Ans: b]
(a) জুল-ক্যালরি (b) জুল/ক্যালরি
(c) ক্যালরি/গ্রাম (d) ক্যালরি/জুল

29. তিনটি সিস্টেম তাপীয় সাম্যাবস্থায় থাকলে তাদের নিচের কোন রাশিটি একই হবে? [MB'22] [Ans: d]
(a) বিভব শক্তি (b) অন্তঃস্থ শক্তি
(c) ভর (d) তাপমাত্রা

নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
একটি প্রত্যাবর্তী কার্নো ইঞ্জিন যখন 27°C তাপমাত্রায় তাপগ্রাহকে থাকে তখন এর কর্মদক্ষতা হয় 50%।

30. ইঞ্জিনটির উৎসের তাপমাত্রা কত? [MB'22]
(a) 500 K (b) 550 K (c) 600 K (d) 650 K
সমাধান: (c); $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow 0.5 = 1 - \frac{300}{T_1}$
$\therefore T_1 = \frac{300}{0.5} = 600$ K

31. ইঞ্জিনটির দক্ষতা 60% করতে হলে- [MB'22]
(i) উৎসের তাপমাত্রা 750 K করতে হবে
(ii) তাপগ্রাহকের তাপমাত্রা 150 K কমাতে হবে
(iii) উৎসের তাপমাত্রা 150 K বাড়াতে হবে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii
সমাধান: (b); $60\% = 1 - \frac{300}{T_1}$
(i) $T_1 = \frac{300}{1-60\%} = 750$ K
(iii) $\therefore \Delta T_1 = (750 - 600) = 150$ K বাড়াতে হবে।
(ii) $60\% = 1 - \frac{T_2}{600} \therefore T_2 = 600 \times (1 - 60\%)$
$= 240$ K $\therefore \Delta T_2 = (300 - 240$ K$) = 60$ K কমাতে হবে।

32. সমোষ্ণ রেখার ঢাল রুদ্ধতাপীয় রেখার ঢাল অপেক্ষা কতগুণ খাড়া? [DB' 21] [Ans. a]
(a) $+\frac{1}{\gamma}$ (b) $+\gamma$ (c) $-\frac{1}{\gamma}$ (d) $-\gamma$

33. বায়ু মাধ্যমে শব্দ সঞ্চালন কোন ধরনের প্রক্রিয়া? [DB' 21] [Ans. d]
(a) সমোষ্ণ (b) সমচাপীয়
(c) সমআয়তন (d) রুদ্ধতাপীয়

34. রুদ্ধতাপীয় প্রসারণে কোনটি সঠিক? [DB' 21] [Ans. b]
[এখানে $\Delta W =$ বাহ্যিক কাজ, $\Delta U =$ অন্তঃস্থ শক্তির পরিবর্তন, $\Delta Q =$ প্রযুক্ত তাপ]
(a) $\Delta W = \Delta U$ (b) $\Delta W = -\Delta U$
(c) $\Delta Q = \Delta U$ (d) $\Delta Q = -\Delta U$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
একটি কার্নোইঞ্জিন যখন 72°C তাপমাত্রার তাপগ্রাহকে থাকে তখন এর কর্মদক্ষতা 40%।

35. উদ্দীপক অনুসারে ইঞ্জিনের উৎসের তাপমাত্রা কত? [DB' 21] [Ans. c]
(a) 138K (b) 207K (c) 575K (d) 863K
সমাধান: (c); $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow 0.4 = 1 - \frac{345}{T_1}$
$\Rightarrow T_1 = \frac{345}{0.6} = 575$K

36. গ্রাহকের তাপমাত্রা স্থির রেখে ইঞ্জিনটিকে 60% দক্ষ করতে হলে– [DB' 21] [Ans. c]
(i) উৎসের পরিবর্তিত তাপমাত্রা হবে 862.5K
(ii) উৎসের তাপমাত্রা বৃদ্ধি পাবে 287.5K
(iii) উৎসের তাপমাত্রা 287.5K হ্রাস পাবে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) iii (c) i, ii (d) i, iii

37. কোন অবস্থায় এন্ট্রপি কম থাকে? [RB'21,Din.B'17] [Ans. a]
(a) কঠিন (b) তরল (c) বায়বীয় (d) প্লাজমা

38. তাপগতিবিদ্যার কোন প্রক্রিয়ায় গ্যাসের উপর কোনো কাজ হয় না? [RB' 21] [Ans. b]
(a) সমোষ্ণ (b) সম-আয়তন
(c) সমচাপীয় (d) রুদ্ধতাপীয়

39. 100°C তাপমাত্রার 4kg পানিকে 100°C তাপমাত্রার বাষ্পে পরিণত করা হলো। এন্ট্রপি বৃদ্ধি কত? [RB' 21]
(a) 2.42×10^4 JK^{-1} (b) 22.4×10^4 JK^{-1}
(c) 24.32×10^4 JK^{-1} (d) 25.42×10^4 JK^{-1}
সমাধান: (a); $\Delta S = \frac{4\times2.26\times10^6}{373} = 2.42 \times 10^4$jk^{-1}

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
একটি কার্নো ইঞ্জিন 327°C তাপমাত্রায় 800J তাপ গ্রহণ করে এবং 127°C তাপমাত্রার তাপগ্রাহকে তাপ বর্জন করে। পরবর্তীতে তাপ গ্রাহকের তাপমাত্রা 227°C উন্নীত করা হয়।

40. ইঞ্জিন কর্তৃক সম্পাদিত কাজ হবে– [RB' 21]
(a) 250J (b) 267J (c) 500J (d) 800J
সমাধান: (b); $\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow Q_2 = 533.33$J ; কৃতকাজ, $W = Q_1 - Q_2 = 266.67$J

41. পরবর্তী অবস্থায় দক্ষতা পূর্বের– [RB' 21]
(a) অর্ধেক (b) সমান (c) দ্বিগুণ (d) তিনগুণ
সমাধান: (a); $\eta_1 = \left(1 - \frac{400}{600}\right)100\% = 33.33\%$
$\eta_2 = \left(1 - \frac{500}{600}\right) \times 100\% = 16.67\%$; $\eta_2 = \frac{1}{2}\eta_1$

42. রুদ্ধতাপীয় পরিবর্তনের সময় আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে চাপ ও তাপমাত্রার সম্পর্ক হলো– [Ctg.B' 21,MB'22] [Ans. a]
(a) $TP^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} =$ ধ্রুবক (b) $PT^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} =$ ধ্রুবক
(c) $TP^{\frac{\gamma}{1-\gamma}} =$ ধ্রুবক (d) $PT^{\frac{\gamma}{1-\gamma}} =$ ধ্রুবক

43. তাপ অন্তরকের আবরণযুক্ত দৃঢ় পাত্রে একটি আদর্শ গ্যাস শূন্য মাধ্যমে প্রসারণ করা হলো। ফলে নিম্নের কোনটি ঘটবে? [Ctg.B' 21, MB'21]
(a) অন্তঃস্থ শক্তির পরিবর্তন হবে না
(b) তাপমাত্রা হ্রাস পাবে
(c) চাপের কোনো পরিবর্তন হবে না
(d) দশার পরিবর্তন হবে
সমাধান: (b); তাপ অন্তরক আবরণযুক্ত পাত্র হওয়ায় এখানে মূলত রুদ্ধতাপীয় প্রসারণ ঘটবে।

44. 98.6°F তাপমাত্রার সমতুল্য থার্মোডায়নামিক তাপমাত্রা কত? [Ctg.B' 21, MB'21]
(a) 310.16 K (b) 345.16 K
(c) 393.16 K (d) 408.16 K
সমাধান: (a); $\frac{F-32}{9} = \frac{K-273.16}{5}$; $K = 37 + 273.16 = 310.16$ K

45. নিচের বিবৃতিগুলো লক্ষ কর: [Ctg.B' 21, MB'21] [Ans. d]
(i) যে তাপমাত্রায় কোনো পদার্থ কঠিন, তরল ও বায়বীয়রূপে সাম্যাবস্থায় থাকে তাকে ঐ পদার্থের ত্রৈধ বিন্দু বলে
(ii) যে পরিবর্তনের কারণে তাপগতীয় স্থানাংকের মানের পরিবর্তন হয় সেই পরিবর্তনকে তাপগতীয় প্রক্রিয়া বলে
(iii) কোনো সিস্টেমের শক্তি রূপান্তরের অক্ষমতা বা অসম্ভাব্যতাকে বা রূপান্তরের জন্য শক্তির অপ্রাপ্যতাকে এনট্রপি বলে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

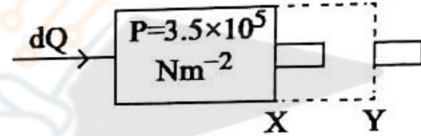
46. রুদ্ধতাপীয় 1 atm চাপে রাখা গ্যাসকে প্রসারিত করে দ্বিগুণ করা হলে যে চূড়ান্ত চাপ হয়, সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় সেই একই চাপ পেতে গ্যাসকে কতগুণ প্রসারিত করতে হবে? [Ctg.B' 21, MB'21]
(a) 1.4 (b) 2.6 (c) 5.2 (d) 7.8
সমাধান: (b); $P_1V_1^{\gamma} = P_2V_2^{\gamma} \Rightarrow P_2 = P_1 \times \left(\frac{V_1}{2V_1}\right)^{\gamma}$
$= \frac{P_1}{2^{\gamma}} | P_1V_1 = P_2V_2 ; \frac{V_2}{V_1} = \frac{P_1}{P_2} = \frac{P_1}{\frac{P_1}{2^{\gamma}}} = 2^{\gamma}$
$= 2^{1.4} = 2.639$

47. দুইটি বস্তুর মধ্যে ঘর্ষণের ফলে উৎপন্ন তাপ কোন প্রক্রিয়া অনুসরণ করে? [Ctg.B' 21, MB'21, Din.B'17] [Ans. b]
(a) প্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়া (b) অপ্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়া
(c) রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়া (d) সমোষ্ণ প্রক্রিয়া

48. 20 gm পানিকে 0°C থেকে 80°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করা হলো। এনট্রপির পরিবর্তন কত হবে? [Ctg.B'21, MB'21]
(a) 21.59 JK^{-1} (b) 24.02 JK^{-1}
(c) 40.20 JK^{-1} (d) 46.20 JK^{-1}
সমাধান: (a); $\Delta S = mS \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right) = \frac{20}{1000} \times 4200 \times \ln\left(\frac{273+80}{273}\right) JK^{-1} = 21.5877\ JK^{-1}$

49. রেফ্রিজারেটর প্রকোষ্ঠে রক্ষিত খাদ্যদ্রব্য হতে গৃহীত তাপ Q_2 এবং পরিবেশে বর্জিত তাপ Q_1। কার্যসহগ K এর মান হল- [SB' 21] [Ans. c]
(a) $K = \frac{Q_1}{Q_2-Q_1}$ (b) $K = \frac{Q_1}{Q_1-Q_2}$
(c) $K = \frac{Q_2}{Q_1-Q_2}$ (d) $K = \frac{Q_2}{Q_2-Q_1}$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



চিত্রে সিলিন্ডারে রক্ষিত 1 mole গ্যাসে dQ তাপ সরবরাহ করায় পিস্টন X অবস্থান হতে Y অবস্থানে আসে। এতে অন্তঃস্থশক্তি 207J হ্রাস পায়।
পিস্টনের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল $= 0.1\ m^2$; X ও Y এর দূরত্ব $= 5 \times 10^{-2}$m

50. সম্পন্ন কৃতকাজ কত? [SB' 21]
(a) 1.75×10^3 J (b) 1.75×10^5 J
(c) 7×10^5 J (d) 7×10^7 J
সমাধান: (a); $W = PA\Delta X = 3.5 \times 10^5 \times 0.1 \times 5 \times 10^{-2} = 1.75 \times 10^3$ J

51. সিলিন্ডারে সরবরাহকৃত তাপশক্তি dQ এর পরিমাণ হল- [SB' 21]
(a) 7.002×10^5 J (b) 6.993×10^5 J
(c) 1.957×10^3 J (d) 1.543×10^3 J
সমাধান: (d); $dQ = dU + dW = 1.543 \times 10^3$ J
$dU = -207J, dW = 1.75 \times 10^3 J$

52. কার্নো চক্রের দ্বিতীয় ধাপে কার্যনির্বাহক বস্তুর- [SB' 21] [Ans. c]
(i) তাপের শোষণ ঘটে (ii) চাপ হ্রাস পায়
(iii) তাপমাত্রা হ্রাস পায়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

53. T_1 ও T_2 দুটি বস্তুর অভ্যন্তরীণ শক্তি যথাক্রমে U_1 ও U_2 যেখানে $T_1 > T_2$। বিচ্ছিন্ন সিস্টেমে বস্তুদ্বয় তাপীয় সাম্যাবস্থায় আসলে নিচের কোনটি ঘটে? [SB' 21] [Ans. b]
(a) U_1 বৃদ্ধি, U_2 হ্রাস (b) U_1 হ্রাস, U_2 বৃদ্ধি
(c) U_1 বৃদ্ধি, U_2 বৃদ্ধি (d) U_1 হ্রাস, U_2 হ্রাস

54. তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্র সম্পর্ক স্থাপন করে- **[BB' 21] [Ans. c]**
(a) তাপ ও চাপ এর মধ্যে (b) তাপ ও বল এর মধ্যে
(c) তাপ ও কাজ এর মধ্যে (d) তাপ ও ক্ষমতা এর মধ্যে

55. রুদ্ধতাপীয় পরিবর্তনের ক্ষেত্রে- **[BB'21] [Ans. d]**
(i) $PV^{\gamma} =$ ধ্রুবক (ii) $TV^{1-\gamma} =$ ধ্রুবক
(iii) $T^{\gamma}P^{1-\gamma} =$ ধ্রুবক
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
একটি কার্নো ইঞ্জিনের কার্যনির্বাহক বস্তু 400K তাপমাত্রার তাপ উৎস হতে 840J তাপ গ্রহণ করে তাপগ্রাহকে 630 J তাপ বর্জন করে।

56. তাপ গ্রাহকের তাপমাত্রা কত? **[BB' 21]**
(a) 210 K (b) 300 K (c) 400 K (d) 440 K
সমাধান: (b); $\frac{T}{400} = \frac{630}{840} \Rightarrow T = 300\text{ K}$

57. ইঞ্জিনটির দক্ষতা কত? **[BB' 21]**
(a) 25% (b) 30% (c) 40% (d) 60%
সমাধান: (a); $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{300}{400} = \frac{1}{4} \therefore \eta = 25\%$

58. তাপগতিবিদ্যার ১ম ও ২য় সূত্রের সমন্বিত রূপ- **[BB' 21] [Ans. b]**
(a) $dU = TdS + PdV$ (b) $dU = TdS - PdV$
(c) $dU = VdP - TdS$ (d) $dU = VdP + TdS$

59. রুদ্ধতাপীয় সংকোচনের ক্ষেত্রে- **[JB' 21]**
(i) তাপ শোষিত হয়
(ii) সিস্টেমের উপর কার্য সম্পাদিত হয়
(iii) সিস্টেমের তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii
সমাধান: (c); রুদ্ধতাপীয় সংকোচন/প্রসারণে, $dQ = 0$
$\Delta Q = \Delta U + \Delta W \Rightarrow \Delta U = -\Delta W$

60. কার্নোর ইঞ্জিনের ক্ষেত্রে নিচের কোনটি সঠিক নয়?
(a) সমোষ্ণ পরিবর্তন ঘটে **[JB' 21] [Ans. c]**
(b) রুদ্ধতাপীয় পরিবর্তন ঘটে
(c) তাপ উৎসের তাপমাত্রার পরিবর্তন হয়
(d) তাপ গ্রাহকের তাপমাত্রার পরিবর্তন হয় না

61. ওজোন গ্যাসের জন্য γ এর মান কোনটি? **[JB' 21]**
(a) 1.03 (b) 1.33 (c) 1.4 (d) 1.67
সমাধান: (b); ওজোন → বহুপারমাণবিক, তাই $\delta = 1.33$

62. কোনো ব্যবস্থা পরিবেশ থেকে 1500 জুল তাপ শোষণ করে এবং ব্যবস্থার উপর 300 জুল কাজ সম্পাদিত হয়। ব্যবস্থাটির অভ্যন্তরীণ শক্তির পরিবর্তন কত? **[JB' 21]**
(a) 1200 জুল (b) −1200 জুল
(c) 1800 জুল (d) −1800 জুল
সমাধান: (c); $dU = dQ - dW = 1500 — 300$
$= 1800\text{ J}$

63. তাপগতিবিদ্যার দ্বিতীয় সূত্রের গাণিতিক রূপ- **[JB'21]**
(a) $dQ = Tds$ (b) $dQ = \frac{ds}{T}$ **[Ans. a]**
(c) $W = JH$ (d) $dQ = dU + dW$

64. থার্মোমিটার এর ধারণা পাওয়া যায় তাপগতিবিদ্যার কোন সূত্র হতে? **[JB'21, BB'17, Ctg.B'17] [Ans. a]**
(a) শূন্যতম (b) প্রথম (c) দ্বিতীয় (d) তৃতীয়

65. কোনো তাপ ইঞ্জিন হতে অর্ধেক তাপ বর্জন হলে ইঞ্জিনের দক্ষতা কত হবে? **[CB' 21]**
(a) 25% (b) 50% (c) 75% (d) 80%
সমাধান: (b); $\eta = \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) \times 100\% = \left(1 - \frac{Q_2}{Q_1}\right)$
$= \left(1 - \frac{1}{2}\right) \times 100\% = \frac{1}{2} \times 100\% = 50\%$

66. যে ভৌত প্রক্রিয়ায় এনট্রপি স্থির থাকে তা হলো- **[CB' 21]**
(a) রুদ্ধ তাপীয় প্রক্রিয়া (b) সমোষ্ণ প্রক্রিয়া **[Ans. a]**
(c) সমচাপ প্রক্রিয়া (d) সমআয়তন প্রক্রিয়া

67. ধীরে ধীরে চাপ বৃদ্ধি করায় কোনো সিস্টেমের চাপ 2Pa হতে 4Pa হলো। এক্ষেত্রে সম আয়তন প্রক্রিয়ায় সিস্টেমের অভ্যন্তরীণ শক্তি 200 J বৃদ্ধি পেলো। সিস্টেমের- **[CB' 21]**
(i) সরবরাহকৃত তাপ 200J (ii) কৃতকাজ শূন্য **[Ans. d]**
(iii) তাপমাত্রা বৃদ্ধি পাবে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

68. হিলিয়াম গ্যাসের ক্ষেত্র C_P/C_V এর অনুপাত নিচের কোনটি? **[Din.B' 21]**
(a) 1.67 (b) 1.41 (c) 1.33 (d) শূন্য
সমাধান: (a); $\frac{C_P}{C_V} = \gamma$ এবং He এক পারমাণবিক গ্যাস, তাই $\gamma = 1.67$

69. রুদ্ধ তাপীয় পরিবর্তনের ক্ষেত্রে- **[Din.B' 21][Ans.(c)]**
(i) হঠাৎ সংঘটিত হয় (ii) তাপমাত্রা স্থির থাকে
(iii) এনট্রপির পরিবর্তন শূন্য
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

70. "কোনো নির্দিষ্ট পরিমাণ তাপশক্তি সম্পূর্ণভাবে যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তর করার মতো যন্ত্র নির্মাণ সম্ভব নয়।"- উক্তিটি কোন বিজ্ঞানী প্রদান করেন? **[Din.B' 21][Ans. d]**
(a) প্লাংক (b) কেলভিন (c) ক্লসিয়াস (d) কার্নো

71. কোন গ্যাসের জন্য রুদ্ধতাপীয় লেখ অধিক খাড়া? **[Din.B' 21]**
(a) নিয়ন (b) অক্সিজেন
(c) ওজোন (d) কার্বন-ডাই-অক্সাইড
সমাধান: (a); γ এর মান বাড়লে রুদ্ধতাপীয় লেখ অধিক খাড়া হয়।

72. সমোষ্ণ প্রক্রিয়ার ক্ষেত্রে- **[Din.B' 21][Ans. b]**
(i) P vs V (ii) $\frac{1}{P}$ vs V (iii) PV vs V
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
একটি কার্নো ইঞ্জিন 327°C I 27 °C তাপমাত্রা পরিসরে কাজ করে। ইঞ্জিনটি উৎস হতে Q পরিমাণ তাপ গ্রহণ করে সিংকে 3000 J তাপ বর্জন করে।

73. Q এর মান কত? **[Din.B' 21]**
(a) 1000 J (b) 1500 J (c) 2000 J (d) 6000 J
সমাধান: (d); $\frac{Q}{3000} = \frac{327+273}{27+273} = 2 \Rightarrow Q = 6000$ J

74. ইঞ্জিনের দক্ষতা কত? **[Din.B' 21]**
(a) 100% (b) 75% (c) 50% (d) 25%
সমাধান: (c); $\eta = \left(1 - \frac{27+273}{327+273}\right) \times 100\% = 50\%$

75. PV = ধ্রুবক, সমীকরণটি কোন প্রক্রিয়াকে সমর্থন করে? **[DB' 19] [Ans: a]**
(a) সমোষ্ণ (b) সমআয়তন (c) সমচাপ (d) রুদ্ধতাপ

76. 5°C তাপমাত্রার জন্য ফারেনহাইট স্কেলে মান কত? **[DB' 19]**
(a) 41°F (b) 37°F (c) 9°F (d) 2.78°F
সমাধান: (a); $\frac{C}{5} = \frac{F-32}{9} \Rightarrow \frac{5}{5} = \frac{F-32}{9} \therefore F = 41°F$

77. আপেক্ষিক তাপ, S বিশিষ্ট একটি বস্তুর সমস্ত গতিশক্তি তাপশক্তিতে পরিণত হওয়ায় তার তাপমাত্রার পার্থক্য হয় Δθ। বস্তুটির গতিবেগ কত ছিল? **[RB' 19]**
(a) $\sqrt{2S\,\Delta\theta}$ (b) $2S\,\Delta\theta$ (c) $\sqrt{S\,\Delta\theta}$ (d) $S\,\Delta\theta$
সমাধান: (a); $\frac{1}{2}mv^2 = mS\Delta\theta; \therefore v = \sqrt{2S\Delta\theta}$

78. সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় একটি সিলিন্ডারের মধ্যে রাখা কিছু গ্যাস 800 J কাজ সম্পাদন করলে গ্যাস কর্তৃক শোষিত তাপের পরিমাণ কত জুল? **[RB' 19]**
(a) 0 (b) 400 (c) 800 (d) 900
সমাধান: (c); $dQ = dU + dW = 0 + dW$
$= dW = 800$ J

79. তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্রের জুলের বিবৃতি কোন তাপগতীয় প্রক্রিয়ারই একটি বিশেষ রূপ? **[RB' 19][Ans: a]**
(a) সমোষ্ণ (b) রুদ্ধতাপীয় (c) সমচাপ (d) সমআয়তন

80. কার্নো চক্রের চতুর্থ ধাপে সিস্টেমের এনট্রপি- **[Ctg.B' 19]**
(a) শূন্য হয় (b) বৃদ্ধি পায়
(c) কমে যায় (d) অপরিবর্তিত থাকে
সমাধান: (d); কার্নোচক্রের চতুর্থধাপ রুদ্ধতাপীয় প্রসারণ। রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় সিস্টেমের এনট্রপি অপরিবর্তিত থাকে।

81. তাপমাত্রা স্থির রেখে যে তাপগতীয় প্রক্রিয়ায় কিছু পরিমাণ গ্যাসকে সংকোচন ও প্রসারণ করা হয়, সে প্রক্রিয়াকে কী বলে? **[Ctg.B'19][Ans: c]**
(a) সমচাপ (b) রুদ্ধতাপীয়
(c) সমোষ্ণ (d) সম-আয়তন

82. কোনো সিস্টেমের ওপর 500J কাজ সম্পাদন করায় সিস্টেম হতে 300J তাপ শক্তি বেরিয়ে গেল। সিস্টেমটির অন্তঃস্থ শক্তির পরিবর্তন কত? **[SB'19, CB'17]**
(a) −800 J (b) −200 J (c) +200 J (d) +800 J
সমাধান: (c); $\Delta W = -500J;\ \Delta Q = -300J$
$\Delta U = \Delta Q - \Delta W = +200J$

83. পরিবেশ ও সিস্টেমের মধ্যে শক্তির আদান-প্রদান হয়– **[SB'19, CB'19][Ans: a]**
(i) উন্মুক্ত সিস্টেমে (ii) বদ্ধ সিস্টেমে
(iii) বিচ্ছিন্ন সিস্টেমে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

84. কোন গ্যাসের জন্য রুদ্ধতাপীয় লেখ বেশি খাড়া? **[BB' 19]**
(a) মিথেন (b) অক্সিজেন
(c) হিলিয়াম (d) কার্বন ডাই-অক্সাইড
সমাধান: (c); রুদ্ধতাপীয় লেখের ঢাল ∝ γ

85. 10 gm পানিকে 0°C হতে 10°C-এ উত্তপ্ত করা হলে এনট্রপির পরিবর্তন কত? **[BB' 19]**
(a) 1.5 JK^{-1} (b) 14.8 JK^{-1}
(c) 15.10 JK^{-1} (d) 1510 JK^{-1}
সমাধান: (a); $\Delta S = mS_H \ln\frac{283}{273} = 0.01 \times 4200 \ln\frac{283}{273}\ JK^{-1} = 1.51\ JK^{-1}$

86. তাপগতিবিদ্যার ১ম সূত্র হতে জানা যায় না – **[BB' 19] [Ans: d]**
(a) কাজ ও তাপের সম্পর্ক (b) শক্তির সংরক্ষণশীল নীতি
(c) অভ্যন্তরীণ শক্তির ধারণা (d) তাপ প্রবাহের অভিমুখ

87. দ্বি-পারমাণবিক গ্যাসের জন্য মোলার আপেক্ষিক তাপদ্বয়ের অনুপাত (γ) কত? **[JB' 19][Ans: b]**
(a) 1.33 (b)1.40 (c) 1.67 (d) 1.69

88. কেলভিন স্কেলে বরফ বিন্দু কোনটি? **[JB' 19][Ans: d]**
(a) 0°C (b)0 K (c) 273°C (d) 273 K

89. দ্বি-পরমাণুক গ্যাসের ক্ষেত্রে C_P ও C_V-এর অনুপাত কত? **[CB' 19][Ans: c]**
(a) 1.67 (b)1.53 (c) 1.41 (d) 1.33

90. একটি কার্নো ইঞ্জিনের তাপ উৎসে ও তাপগ্রাহকে তাপমাত্রা যথাক্রমে 327°C ও 127°C। ইঞ্জিনটির দক্ষতা কত? **[CB' 19]**
(a) 25.4% (b) 33.3% (c) 61.2% (d) 66.6%
সমাধান: **(b)**; $\eta = 1 - \frac{127+273}{327+273} = \frac{1}{3} = 33.33\%$

91. মহাবিশ্বে এনট্রপির পরিমাণ- **[Din.B' 19][Ans: c]**
(a) শূন্য (b) ধ্রুবক (c) বাড়ছে (d) কমছে

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
একটি তাপীয় ইঞ্জিন 27°C ও 227°C তাপমাত্রার মধ্যে কার্যরত আছে। পরবর্তীতে উৎসের ও গ্রাহকের তাপমাত্রা 20°C যথাক্রমে বৃদ্ধি ও হ্রাস করা হলো।

92. তাপমাত্রা পরিবর্তনের পূর্বে ইঞ্জিনের দক্ষতা কত? **[Din.B' 19]**
(a) 33.33% (b) 40% (c) 46% (d) 66.67%
সমাধান: **(b)**; $\eta = 1 - \frac{27+273}{227+273} = 0.4 = 40\%$

93. তাপমাত্রা পরিবর্তন করার ক্ষেত্রে – **[Din.B' 19]**
(i) উৎসের তাপমাত্রা বৃদ্ধি করায় ইঞ্জিনের দক্ষতা বাড়ে
(ii) গ্রাহকের তাপমাত্রা হ্রাস করায় ইঞ্জিনের দক্ষতা বাড়ে
(iii) উভয় ক্ষেত্রে ইঞ্জিন দ্বারা কৃতকাজ সমান নয়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b)i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii
সমাধান: **(d)**; উৎসের তাপমাত্রা বৃদ্ধি এবং গ্রাহকের তাপমাত্রা হ্রাস করায় ইঞ্জিনের দক্ষতা বাড়ে।
প্রথম ক্ষেত্রে, $\eta = 1 - \frac{27+273}{227+273+20} = 42.31\%$
দ্বিতীয় ক্ষেত্রে, $\eta' = 1 - \frac{27+273-20}{227+273} = 44\%$;
যেহেতু, $\eta = \frac{W}{Q_1}$ অর্থাৎ, $W \propto \eta$, তাই দ্বিতীয় ইঞ্জিনের দ্বারা কৃতকাজ প্রথম ইঞ্জিনের তুলনায় বেশি হবে, যদি উভয় ইঞ্জিন কর্তৃক শোষিত তাপের পরিমাণ একই হয়।

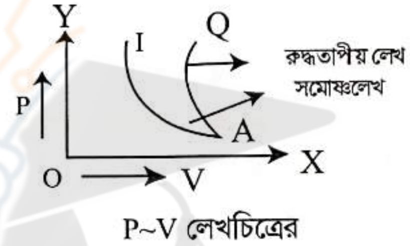
94. কোনো গ্যাসের দুটি মোলার আপেক্ষিক তাপের অনুপাত একটি ধ্রুব রাশি। এ ধ্রুব রাশিকে যে প্রতীক দ্বারা প্রকাশ করা হয় তা হল- **[All B' 18][Ans: c]**
(a) λ (b) R (c) γ (d) K

95. তাপের যান্ত্রিক সমতার একক হলো- **[All B' 18][Ans: b]**
(a) ক্যালরি/গ্রাম (b) জুল/ক্যালরি
(c) ক্যালরি/জুল (d) জুল-ক্যালরি

96. তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্রের গাণিতিক রূপ কোনটি? **[Ans. a] [DB' 17]**
(a) $\Delta Q = \Delta U + \Delta W$ (b) $\Delta W = \Delta Q + \Delta U$
(c) $\Delta Q = \Delta W - \Delta U$ (d) $\Delta W = \Delta Q - \Delta U$

97. 120°C ও 30°C এর মধ্যে কার্যরত কার্নো ইঞ্জিনের দক্ষতা কত? **[DB' 17]**
(a) 20.90% (b) 22.90% (c) 75.00% (d) 80.00%
সমাধান: **(b)**; দক্ষতা $= 1 - \frac{T_1}{T_2} = 1 - \frac{(273+30)}{(273+120)}$
$= 0.229 = 22.9\%$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



P~V লেখচিত্রের

98. AQ লেখচিত্রের ক্ষেত্রে নিচের কোন সম্পর্কটি সঠিক? **[RB' 17][Ans. b]**
(a) PV= ধ্রুবক (b) PV^{γ}= ধ্রুবক
(c) $PV^{\gamma-1}$= ধ্রুবক (d) $PV^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}$ = ধ্রুবক

99. উদ্দীপকের গ্যাসটি হাইড্রোজেন হলে AQ লেখ AI লেখ অপেক্ষা কতগুণ খাড়া হবে? **[RB' 17][Ans. c]**
(a) 1.1 (b) 1.33 (c) 1.4 (d) 1.66

100. তাপগতীয় চলক হচ্ছে– **[Ctg.B' 17][Ans. b]**
(i) চাপ (ii) তাপ (iii) আয়তন
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

101. একটি কার্নো চক্রে রুদ্ধতাপীয় প্রসারণ কয়টি? **[Ctg.B' 17][Ans. a]**
(a) 1 টি (b) 2 টি (c) 3 টি (d) 4 টি

102. রুদ্ধতাপীয় প্রসারণের ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক? **[SB' 17][Ans. c]**
(a) সিস্টেমের ওপর কাজ সম্পন্ন হয়
(b) তাপমাত্রা স্থির থাকে
(c) অন্তস্থঃ শক্তি হ্রাস পায় (d) তাপ বর্জিত হয়

103. 40°C তাপমাত্রায় 1mole O_2 গ্যাসকে ধীরে ধীরে প্রসারিত করে আয়তন দ্বিগুণ করলে সম্পন্ন কৃতকাজ হল– **[SB' 17]**
(a) 230.4J (b) 664.8J (c) 1802.9J (d) 5202.1J
সমাধান: **(c)**; $W = nRT\ln\frac{V_2}{V_1}$
$= 1 \times 8.314 \times 313 \times \ln\frac{2}{1} = 1802.9$

104. স্বতঃস্ফূর্ত পরিবর্তনে– [SB' 17][Ans. d]
(a) এনট্রপি ও বিশৃঙ্খলা হ্রাস পায়
(b) এনট্রপি ও শৃঙ্খলা বৃদ্ধি পায়
(c) এনট্রপি ও শৃঙ্খলা হ্রাস পায়
(d) এনট্রপি ও বিশৃঙ্খলা বৃদ্ধি পায়

105. পানির ত্রৈধ বিন্দুতে চাপ কত? [BB' 17] [Ans: d]
(a) 64.58mm water (b) 64.58cm water
(c) 4.58cm Hg (d) 4.58mm Hg

উদ্দীপকে P ~ V লেখচিত্রের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:

106. AQ লেখচিত্রের ক্ষেত্রে নিচের কোন সম্পর্কটি সঠিক? [BB' 17] [Ans: b]
(a) PV = ধ্রুবক (b) PV^{γ} = ধ্রুবক
(c) $PV^{\gamma-1}$= ধ্রুবক (d) $PV^{1-\gamma/\gamma}$= ধ্রুবক

107. উদ্দীপকের গ্যাসটি হাইড্রোজেন হলে AQ লেখ AI লেখ অপেক্ষা কতগুণ খাড়া হবে? [BB' 17] [Ans: c]
(a) 1.1 (b) 1.33 (c) 1.4 (d) 1.66

108. কার্নোর চক্রের চতুর্থ ধাপে কী ঘটে? [CB' 17][Ans. c]
(a) সমোষ্ণ প্রসারণ (b) সমোষ্ণ সংকোচন
(c) রুদ্ধতাপীয় সংকোচন (d) রুদ্ধতাপীয় প্রসারণ

109. তাপগতীয় চলক হল– [Din.B' 17][Ans. a]
(i) তাপমাত্রা (ii) আয়তন (iii) অভ্যন্তরীণ শক্তি
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

110. ফারেনহাইট স্কেলে পানির ত্রৈধবিন্দুর তাপমাত্রা হল- [Din.B' 17][Ans. b]
(a) 0°F (b) 32°F (c) 273°F (d) 273.16°F

◆ MCQ: বিভিন্ন লেখকের মূল বইয়ের অনুশীলনীর প্রশ্ন ও সমাধান

প্রফেসর মোহাম্মদ ইস্হাক স্যার

01. কোনো সিস্টেম পরিবেশ থেকে 800 J তাপশক্তি শোষণ করায় এর অন্তস্থ শক্তি 500 J বৃদ্ধি পায়। সিস্টেম কর্তৃক পরিবেশের উপর কৃত কাজের পরিমাণ কত?
(a) 200 J (b) 400 J (c) 1500 J (d) 300 J
সমাধান: **(d);** $dQ = dU + dW \Rightarrow dW = dQ - dU$
$= 800 - 500 = 300$ J.

02. তিনটি সিস্টেম তাপীয় সাম্যাবস্থায় থাকলে তাদের নিচের কোন রাশিটি একই হবে? [Ans: b]
(a) ভর (b) তাপমাত্রা
(c) অন্তঃস্থ শক্তি (d) বিভব শক্তি

03. একটি গাড়ি চলতে থাকলে এর টায়ারের ভেতর একটি তাপগতীয় প্রক্রিয়া চলে। এই প্রক্রিয়াটি হলো- [Ans: c]
(a) সমোষ্ণ প্রক্রিয়া (b) রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়া
(c) সমআয়তন প্রক্রিয়া (d) সমচাপ প্রক্রিয়া
বি. দ্র: ইসহাক স্যার এর বইয়ের সারসংক্ষেপে ভুল আছে।

04. নিচের কোনটি তাপগতিবিদ্যার দ্বিতীয় সূত্রের গাণিতিক রূপ?
(a) $dQ = \frac{dS}{T}$ (b) $dS = \frac{dQ}{T}$
(c) $dS = \frac{T}{dQ}$ (d) $\eta = \frac{W}{Q_1}$
সমাধান: **(b);** কোনো একটি চক্রের তাপমাত্রা সাপেক্ষে গৃহীত বা বর্জিত তাপের পরিবর্তনের হারকে এনট্রপি বলে। যা তাপগতিবিদ্যার দ্বিতীয় সূত্রের গাণিতিক রূপ।

05. গৃহীত তাপ Q_1 এবং বর্জিত তাপ Q_2 হলে তাপীয় ইঞ্জিনের দক্ষতা-
(a) $\eta = 1 + \frac{Q_1}{Q_2}$ (b) $\eta = 1 + \frac{Q_2}{Q_1}$
(c) $\eta = 1 - \frac{Q_1}{Q_2}$ (d) $\eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$
সমাধান: **(d);** ইঞ্জিনের দক্ষতা, $\eta = \frac{\text{কার্যে পরিণত তাপ}}{\text{উৎস হতে গৃহীত তাপ}}$
$= \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$ কার্নোর চক্রের দক্ষতাকে তাপমাত্রার সাপেক্ষে প্রকাশ করার জন্য $\frac{Q_2}{Q_1}$ কে $\frac{T_2}{T_1}$ এ রূপান্তর প্রয়োজন। সে ক্ষেত্রে ইঞ্জিনের দক্ষতা, $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$ শতকরা হিসাবে প্রকাশ করলে $\eta = \left(\frac{T_1 - T_2}{T_1}\right) \times 100\%$.

06. 0°C তাপমাত্রার 1 kg বরফকে 0°C তাপমাত্রার 1 kg পানিতে পরিণত করতে এনট্রপির কী পরিবর্তন হবে?
(a) 1.20×10^3 JK^{-1} (b) 1.24×10^3 JK^{-1}
(c) 1.23×10^3 JK^{-1} (d) 1.25×10^3 JK^{-1}
সমাধান: **(c);** $dS = \frac{Q}{T} = \frac{ml_f}{T} = \frac{1 \times 336000}{273}$
$= 1.23 \times 10^3$JK^{-1}
l_f = বরফ গলনের সুপ্ত তাপ।

07. নিচের কোন প্রক্রিয়ায় এনট্রপি অপরিবর্তিত থাকে? [Ans: b]
(a) সমোষ্ণ (b) রুদ্ধতাপীয়
(c) সম আয়তন (d) সম চাপ

08. শোষিত তাপ $\Delta Q = 700$ J এবং সম্পাদিত কাজ $\Delta W = 200$ J হলে কোনো সিস্টেমের অভ্যন্তরীণ শক্তি কত বৃদ্ধি পাবে?
(a) 900 J (b) 700 J (c) 600 J (d) 500 J

সমাধান: **(d)**; আমরা জানি, $\Delta Q = \Delta U + \Delta W$

$\Rightarrow \Delta U = \Delta Q - \Delta W = 700 - 200 = 500J.$

09. একটি স্থির বিন্দু পদ্ধতিতে তাপমাত্রা পরিমাপের মূলনীতি ব্যবহৃত হয় নিম্নের কোন স্কেলে? **[Ans: c]**

(a) সেলসিয়াস (b) রোমার
(c) কেলভিন (d) ফারেনহাইট

10. যদি কোনো তাপ ইঞ্জিন থেকে তাপ বর্জিত না হয় তবে ইঞ্জিনের ক্ষমতা কত হবে?

(a) 0% (b) 1% (c) 30% (d) 100%

সমাধান: **(d)**; কোনো তাপ বর্জিত না হলে $Q_2 = 0$

$\therefore \eta = \left(1 - \frac{Q_2}{Q_1}\right) \times 100\% = \left(1 - \frac{0}{Q_1}\right) \times 100\% = 100\%$

11. কার্নো চক্রের ১ম ধাপের ক্ষেত্রে নিচের কোনটি সঠিক?

(a) তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায় (b) তাপমাত্রা স্থির থাকে
(c) অভ্যন্তরীণ শক্তি বৃদ্ধি পায় (d) তাপ বর্জিত হয়

সমাধান: **(b)**; কার্নো চক্রের প্রথম ধাপে সমোষ্ণ প্রসারণ প্রক্রিয়া ঘটে। তাপমাত্রা স্থির = সমোষ্ণ প্রক্রিয়া।

12. কোনো গ্যাসের আপেক্ষিক তাপদ্বয়ের অনুপাত $\gamma = 1.41$ হলে গ্যাসটির অণু হবে–

(a) এক-পারমাণবিক (b) দ্বিপারমাণবিক
(c) ত্রিপারমাণবিক (d) বহু পারমাণবিক

সমাধান: **(b)**;

এক পারমাণবিক	1.67
দ্বিপারমাণবিক	1.41
বহুপারমাণবিক	1.33

13. কোন তাপমাত্রায় ফারেনহাইট ও কেলভিন স্কেলে একই পাঠ পাওয়া যায়?

(a) $-40°$ (b) $100°$
(c) $287.13°$ (d) $574.25°$

সমাধান: **(d)**; $\frac{F-32}{9} = \frac{K-273}{5} \Rightarrow \frac{x-32}{9} = \frac{x-273}{5}$

$\Rightarrow x = 574.25°.$

14. রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ার ক্ষেত্রে কোনটি সত্য? **[Ans: b]**

(a) $\Delta T = 0, \Delta Q = 0$ (b) $\Delta T \neq 0, \Delta Q = 0$
(c) $\Delta T = 0, \Delta Q \neq 0$ (d) $\Delta T \neq 0, \Delta Q \neq 0$

15. নিম্নের কোনটি অপ্রত্যাগামী প্রক্রিয়ার বৈশিষ্ট্য? **[Ans: c]**

(a) কার্য নির্বাহক বস্তু প্রাথমিক অবস্থায় ফিরে আসে
(b) সিস্টেমের তাপগতীয় সাম্যাবস্থা বজায় থাকে
(c) স্বতঃস্ফূর্ত ও একমুখী
(d) অতি ধীর প্রক্রিয়া

16. রুদ্ধতাপ প্রক্রিয়ার ক্ষেত্রে নিম্নের কোনটি সঠিক নয়?

(a) তাপমাত্রা ধ্রুব থাকে না কিন্তু তাপের পরিবর্তন হয় না অর্থাৎ $dQ = 0$
(b) এটি একটি ধীর প্রক্রিয়া
(c) এই প্রক্রিয়ায় তাপ বর্জন বা শোষণ হয় না
(d) এই প্রক্রিয়ায় গ্যাসের চাপ ও আয়তনের সম্পর্ক $PV^\gamma =$ ধ্রুবক

সমাধান: **(b)**; সমোষ্ণ প্রক্রিয়া একটি ধীর প্রক্রিয়া এবং রুদ্ধ তাপীয় প্রক্রিয়া দ্রুত প্রক্রিয়া।

17. অপ্রত্যাগামী প্রক্রিয়ায় এনট্রপির পরিবর্তন নিম্নের কোনটি?

(a) বৃদ্ধি পায় (b) হ্রাস পায় **[Ans: a]**
(c) শূন্য হয় (d) অপরিবর্তিত থাকে

18. কার্নো চক্রের চতুর্থ ধাপে কী ঘটে? **[Ans: c]**

(a) সমোষ্ণ প্রসারণ (b) সমোষ্ণ সংকোচন
(c) রুদ্ধতাপীয় সংকোচন (d) রুদ্ধতাপীয় প্রসারণ

19. রুদ্ধতাপীয় পরিবর্তনে নিচের কোন সম্পর্কটি সত্য?

(a) $TV^\gamma = C$ (b) $T^{\gamma-1}V = C$
(c) $TV^{\gamma-1} = C$ (d) $T^\gamma V = C$

সমাধান: **(c)**; $PV^\gamma = TV^{\gamma-1} = TP^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} =$ ধ্রুবক (C)

20. 501.85°C তাপমাত্রার সমতুল্য থার্মোডায়নামিক তাপমাত্রা কত?

(a) 775.01K (b) 774.85K
(c) 775.00K (d) 288.85K

সমাধান: **(a)**; $C + 273.16 = 501.85 + 273.16$

$= 775.01K.$

21. একটি জলপ্রপাত 900 মিটার উঁচু। যদি ধরা হয় পতিত পানির গতিশক্তির অর্ধেক তাপে পরিণত হয়, তাহলে তাপমাত্রা বৃদ্ধি কত হবে?

(a) 0.1°C (b) 0.53°C (c) 1°C (d) 1.05°C

সমাধান: **(d)**; $\frac{1}{2}mgh = ms\Delta\theta$

$\Rightarrow \Delta\theta = \frac{9.8 \times 900}{2 \times 4200} = 1.05°C.$

22. 127°C এবং 427°C তাপমাত্রার মধ্যে কার্যরত একটি ইঞ্জিনের সম্ভাব্য সর্বোচ্চ দক্ষতা কত হবে?

(a) 23.62% (b) 42.86% (c) 50% (d) 70.25%

সমাধান: **(b)**; $\eta = \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) \times 100\%$

$= \left(1 - \frac{400}{700}\right) \times 100\% = 42.86\%.$

23. একটি কার্নো ইঞ্জিন 500K তাপমাত্রার তাপ উৎস থেকে 300 cal গ্রহণ করে এবং তাপ গ্রাহকে 225 cal তাপ বর্জন করে। তাপ গ্রাহকের তাপমাত্রা কত?

(a) 666.67K (b) 135K (c) 300K (d) 375K

সমাধান: **(d)**; $\frac{Q_1}{T_1} = \frac{Q_2}{T_2} \Rightarrow \frac{300}{500} = \frac{225}{T_2} \Rightarrow T_2 = 375K.$

24. একটি কার্নো ইঞ্জিন বাষ্প বিন্দু ও বরফ বিন্দুর মধ্যে কাজ করলে এর দক্ষতা কত?
(a) 61.28% (b) 62.18%
(c) 26.18% (d) 26.81%
সমাধান: **(d)**; বরফ বিন্দু $= 0°C$ বা $273K = T_2$
বাষ্প বিন্দু $= 100°C$ বা $373K = T_1$
$\eta = \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) \times 100\% = \left(1 - \frac{273}{373}\right) \times 100\%$
$= 26.81\%$

25. একটি ইঞ্জিন 4500 J তাপ গ্রহণ করে এবং 2500 J তাপ বর্জন করে। ইঞ্জিন কর্তৃক কৃত কাজের পরিমাণ কত?
(a) 1000 J (b) 2000 J (c) 2400 J (d) 3600 J
সমাধান: **(b)**; $W = Q_1 - Q_2 = 4500 - 2500$
$= 2000J.$

26. মোলার তাপধারণ ক্ষমতার সমীকরণ-
(a) $C = \frac{dQ}{mdT}$ (b) $C = \frac{dQ}{dT}$
(c) $C = M\frac{dQ}{mdT}$ (d) $C = M\frac{dQ}{dT}$
সমাধান: **(a)**; $n = \frac{m}{M}$
$\therefore C = \frac{dQ}{n\Delta T} \Rightarrow C = \frac{dQ}{\frac{m}{M}dT} \Rightarrow C = \frac{M.dQ}{mdT} = M\frac{dQ}{mdT}$

27. 127°C এবং 27°C তাপমাত্রার মধ্যে কর্মরত একটি কার্নো ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা -
(a) 15% (b) 25% (c) 35% (d) 50%
সমাধান: **(b)**; $\eta = \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) \times 100\%$
$= \left(1 - \frac{300}{400}\right) \times 100\% = 25\%.$

28. ধীরে ধীরে সংঘটিত সমোষ্ণ ও রুদ্ধতাপীয় পরিবর্তনে এনট্রপির পরিবর্তন ΔS কত?
(a) $\Delta S = 0$ (b) $\Delta S > 0$
(c) $\Delta S < 0$ (d) উপরের সবগুলো
সমাধান: **(d)**;

রুদ্ধতাপীয় পরিবর্তন	$\Delta S = 0$
সমোষ্ণ প্রসারণ	$\Delta S > 0$
সমোষ্ণ সংকোচন	$\Delta S < 0$

29. একটি ফুটবলের অভ্যন্তরে বায়ুর আয়তন 20 লিটার এবং চাপ 2 atm, বলটি হঠাৎ ফেটে গেল। এর ফলে ফুটবলস্থিত বায়ুর তাপমাত্রা ও আয়তন যথাক্রমে - **[Ans: a]**
(a) কমবে এবং বাড়বে (b) বাড়বে এবং কমবে
(c) কমবে এবং কমবে (d) বাড়বে এবং বাড়বে

30. 0°C তাপমাত্রার 600 gm বরফকে শুধুমাত্র গলানোতে এনট্রপির পরিবর্তন- **[Ans: a]**
(a) ধনাত্মক (b) ঋণাত্মক (c) শূন্য
(d) এই তথ্য থেকে বলা সম্ভব নয়

31. কোন অবস্থায় এনট্রপি বেশি হয়? **[Ans: c]**
(a) তরল (b) কঠিন (c) গ্যাস (d) সবগুলো

32. এনট্রপি কমে এরকম উদাহরণ কোনটি? **[Ans: c]**
(a) কাঠ পোড়ালে
(b) বরফকে পানিতে পরিণত করলে
(c) রেফ্রিজারেটরের ভিতরের বাতাসে
(d) পানিতে লবণ গলালে

33. রুদ্ধতাপীয় সংকোচনে সিস্টেমের -
(a) তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায় (b) তাপমাত্রা হ্রাস পায়
(c) তাপশক্তি বৃদ্ধি পায় (d) কোনোটিই নয়
সমাধান: **(a)**; রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় গ্যাসকে প্রসারিত করা হলে তাপমাত্রা হ্রাস পায়।

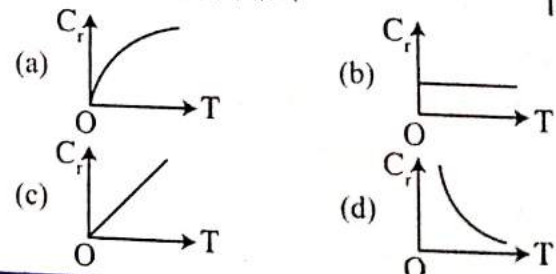
34. কোনো তাপগতীয় প্রক্রিয়ায় একটি সিস্টেমের আয়তন বৃদ্ধি পায় কিন্তু পরিপার্শ্বের সঙ্গে তাপের আদান-প্রদান হয় না। এক্ষেত্রে নিচের কোনটি সত্য? **[Ans: c]**
(a) সিস্টেমের অন্তঃশক্তি বাড়বে
(b) সিস্টেমের অন্তঃশক্তি পূর্ব অবস্থায় থাকবে
(c) সিস্টেমটি শীতল হবে
(d) সিস্টেমের উষ্ণতা বৃদ্ধি পাবে

35. তাপগতিবিদ্যায় ১ম সূত্র হতে জানা যায় না- **[Ans: d]**
(a) কাজ ও তাপের সম্পর্ক (b) শক্তির সংরক্ষণ নীতি
(c) অভ্যন্তরীণ শক্তির ধারণা (d) তাপ প্রবাহের অভিমুখ

36. প্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়ার বৈশিষ্ট্য হলো- **[Ans: a]**
(i) এই প্রক্রিয়ায় সিস্টেমের পরিবর্তন অত্যন্ত ধীরে ধীরে সংঘটিত হয়
(ii) সিস্টেমের তাপীয় সাম্যাবস্থা বজায় থাকে
(iii) প্রকৃতিতে সব প্রক্রিয়া প্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়া
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

37. অপ্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়া- **[Ans: d]**
(i) একটি দ্রুত প্রক্রিয়া (ii) একটি স্বতঃস্ফূর্ত প্রক্রিয়া
(iii) সংস্থা তাপগতীয় সাম্যাবস্থা বজায় রাখে না
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) i, ii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

38. একটি এক পারমাণবিক গ্যাসের স্থির আয়তনে মোলার আপেক্ষিক তাপের লেখচিত্র- **[Ans: a]**



39. তাপীয় ইঞ্জিনের দক্ষতা- **[Ans: b]**
(i) তাপ উৎস এবং তাপ গ্রাহকের তাপমাত্রার ওপর নির্ভরশীল
(ii) কার্য নির্বাহক বস্তুর প্রকৃতির ওপর নির্ভর করে
(iii) তাপ উৎস ও তাপ গ্রাহক দুটির তাপমাত্রার পার্থক্য বৃদ্ধি পেলে দক্ষতাও বৃদ্ধি পায়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

40. এনট্রপি- **[Ans: d]**
(i) একটি প্রাকৃতিক রাশি
(ii) বস্তুর তাপীয় ধর্ম বা তাপ সঞ্চালনের দিক নির্দেশ করে
(iii) রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় এর পরিবর্তন শূন্য
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii
(c) ii, iii (d) i, ii, iii

ড. শাহজাহান তপন স্যার

01. যে তাপমাত্রায় প্রমাণ চাপে বিশুদ্ধ বরফ গলতে শুরু করে তাকে বলা হয়– **[Ans: b]**
(a) ঊর্ধ্ব স্থির বিন্দু (b) নিম্ন স্থির বিন্দু
(c) স্টিম বিন্দু (d) ত্রৈধ বিন্দু

02. যে স্কেলে বরফ বিন্দুকে 0° এবং স্টিম বিন্দুকে 100° ধরে মধ্যবর্তী মৌলিক ব্যবধানকে 100 ভাগে ভাগ করা হয় তাকে বলা হয় –
(a) ফারেনহাইট স্কেল (b) কেলভিন স্কেল
(c) সেলসিয়াস স্কেল (d) আন্তর্জাতিক স্কেল
সমাধান: (c); সেলসিয়াস স্কেলে তাপমাত্রা: যে স্কেলে বরফ বিন্দুকে 0° এবং স্টিম বিন্দুকে 100° ধরে মধ্যবর্তী মৌলিক ব্যবধানকে 100 ভাগে ভাগ করা হয় সেই স্কেলকে সেলসিয়াস স্কেল বলে। এক্ষেত্রে প্রতি 1 ঘরের মান 1°C হয়।

03. ফারেনহাইট স্কেলে পানির ত্রৈধবিন্দুর তাপমাত্রা হলো-
(a) 0°F (b) 32°F **[Ans: b]**
(c) 273°F (d) 273.16°F

04. পানির ত্রৈধবিন্দুর তাপমাত্রার উপর নির্ভর করে পরমশূন্য তাপমাত্রা কত? **[Ans: b]**
(a) 0°C (b) 0 K (c) 273°C (d) 273 K

05. এক কেলভিন পানির ত্রৈধবিন্দুর তাপমাত্রার কত ভগ্নাংশ?
(a) $\frac{1}{273}$ (b) $\frac{1}{273.15}$ **[Ans: c]**
(c) $\frac{1}{273.16}$ (d) এর কোনোটিই নয়

06. তাপ ইঞ্জিন একটি যন্ত্র যা রূপান্তর করে– **[Ans: b]**
(a) যান্ত্রিক শক্তিকে তাপ শক্তিতে
(b) তাপশক্তিকে যান্ত্রিক শক্তিতে
(c) রাসায়নিক শক্তিকে তড়িৎ শক্তিতে
(d) তড়িৎ শক্তিকে যান্ত্রিক শক্তিতে

07. একটি তাপ ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা হচ্ছে– **[Ans: a]**
(a) $\eta = \frac{W}{Q_1}$ (b) $\eta = \frac{Q_1}{W}$
(c) $\eta = W \times Q_1$ (d) $\eta = W \times Q_2$

08. গ্যাস কর্তৃক কৃতকাজ সম্পন্ন হলে নিচের কোনটি প্রযোজ্য? **[Ans: a]**
(a) আয়তন বৃদ্ধি পায় (b) আয়তন হ্রাস পায়
(c) ভর বৃদ্ধি পায় (d) ভর হ্রাস পায়

09. কোনো গ্যাসের $\gamma = \frac{3}{2}$ । উক্ত গ্যাসের জন্য কোনটি সঠিক?
(a) $C_p = 3R$ (b) $C_p = 5\,R$
(c) $C_v = 3\,R$ (d) $C_v = 5\,R$
সমাধান: (a); $C_v = \frac{R}{\gamma-1} = \frac{R}{\frac{3}{2}-1} = 2R;\ \frac{C_p}{C_v} = \gamma = \frac{3}{2}$
$\Rightarrow C_p = \frac{3}{2} \times 2R = 3R.$

10. কোন তাপমাত্রায় সেলসিয়াস ও ফারেনহাইট স্কেলে একই পাঠ পাওয়া যাবে? **[Ans: a]**
(a) −40° (b) 40° (c) 4° (d) −30°

11. একটি আবর্তনশীল চক্রে গ্যাসের অন্তঃস্থ শক্তি- **[Ans: c]**
(a) বৃদ্ধি পায় (b) হ্রাস পায় (c) ধ্রুবক (d) শূন্য

12. একটি পদার্থ থেকে অন্য পদার্থে তাপের প্রবাহ নির্ভর করে-
(a) পদার্থের প্রকৃতির উপর
(b) তাপমাত্রার পার্থক্যের উপর
(c) বায়ুমণ্ডলের তাপমাত্রার উপর
(d) উপরের কোনোটিই নয়
সমাধান: (b); তাপগতিবিদ্যার শূন্যতম সূত্র থেকে।

13. 10 mole গ্যাসের রুদ্ধতাপীয় সংকোচনের সময় 350 J কাজ সম্পাদিত হয় উক্ত ব্যবস্থায় অন্তঃস্থ শক্তি পরিবর্তনের মান কত হবে?
(a) 50 J (b) −150 J (c) 350 J (d) −350 J
সমাধান: (d); রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় বাইরে থেকে শক্তি সরবরাহ করা হয় না ফলে অন্তঃস্থ শক্তি খরচ করে পরিবেশের উপর কাজ করা হয় তাই
$\Delta U = -W = -350J.$

14. কোনো তাপমান যন্ত্র 0°C তাপমাত্রায় 0.5°C পাঠ দেয় এবং 100°C তাপমাত্রায় 100.8°C পাঠ দেয়। 26°C তাপমাত্রায় যন্ত্রটি কত পাঠ দিবে?
(a) 25°C (b) 27°C
(c) 26.57°C (d) কোনোটিই নয়
সমাধান: (c); $\frac{\theta-\theta_{ice}}{\theta_{steam}-\theta_{ice}} \Rightarrow \frac{26-0}{100-0} = \frac{C-0.5}{100.8-0.5}$
$\Rightarrow C = 26.57°C$.

15. একটি বস্তুর তাপমাত্রা 9 মিনিটে 50°C থেকে 35°C-এ নেমে আসে। ফারেনহাইট স্কেলে তাপমাত্রা নেমে আসার হার কত?
(a) $0.03°Fs^{-1}$ (b) $0.04°Fs^{-1}$
(c) $0.05°Fs^{-1}$ (d) $0.06°Fs^{-1}$
সমাধান: (c); $\frac{\Delta C}{5} = \frac{\Delta F}{9} \Rightarrow \frac{50-35}{5} \times 9 = \Delta F \Rightarrow \Delta F = 27$
$\therefore$ হার $= \frac{\Delta F}{t} = \frac{27}{9\times60} = 0.05°Fs^{-1}$

16. যদি $C_p/C_v = \gamma$ হয় তবে রুদ্ধতাপীয় এবং সমতাপীয় $P-V$ লেখচিত্রের ছেদবিন্দুতে ঢালদ্বয়ের অনুপাত- **[Ans: b]**
(a) $\frac{1}{\gamma}$ (b) γ (c) $\gamma-1$ (d) $\gamma+1$

17. 100°C তাপমাত্রার 1 gm পানি ও 100°C তাপমাত্রায় 1 gm জলীয় বাষ্পের 1 বায়ুমণ্ডলীয় চাপে এনট্রপির পার্থক্য কত? (100°C তাপমাত্রায় জলীয় বাষ্পের সুপ্ততাপ = 540 cal/gm)।
(a) −1.45 cal/K (b) 1.45 cal/K
(c) 540 cal/K (d) 1.98 cal/K
সমাধান: (b); $\Delta S = \frac{Q}{T} = \frac{ml_v}{T} = \frac{1\times540}{373} = 1.45$ cal/K

18. পানিকে 70°C থেকে 1°C-এ ঠাণ্ডা করলে কী ঘটে? **[Ans: c]**
(a) এটি শুধুমাত্র সংকুচিত হয়
(b) এটি শুধুমাত্র প্রসারিত হয়
(c) এটি প্রথমে সংকুচিত হয় ও পরে প্রসারিত হয়
(d) এটি প্রথমে প্রসারিত হয় ও পরে সংকুচিত হয়

19. 5 g ভরের একটি সীসার বুলেট কোনো দেয়ালে বাধাপ্রাপ্ত হলে তার তাপমাত্রা 160 K বৃদ্ধি পায়। অন্য কোনোভাবে তাপ নষ্ট না হলে বুলেটের বেগ কত ছিল? [সীসার আপেক্ষিক তাপ = $125\ J\ kg^{-1}K^{-1}$]
(a) $137\ ms^{-1}$ (b) $141.42\ ms^{-1}$
(c) $200\ ms^{-1}$ (d) $500\ ms^{-1}$
সমাধান: (c); $\frac{1}{2}mv^2 = ms\Delta\theta \Rightarrow V = \sqrt{2s\Delta\theta}$
$= \sqrt{2\times125\times160} = 200\ ms^{-1}$

20. একটি রেফ্রিজারেটরের কার্যকৃত সহগ হলো 4.6। ঠাণ্ডা প্রকোষ্ঠ থেকে প্রতি চক্রে 250 J তাপ অপসারণ করলে প্রতি চক্রে কৃত কাজের পরিমাণ কত?
(a) 46 J (b) 48 J (c) 50 J (d) 54 J
সমাধান: (d); $K = \frac{Q_1}{W} \Rightarrow W = \frac{250}{4.6} = 54.34$ J.

21. কার্নো ইঞ্জিনের কোন ধাপে তাপ বর্জন হয়?
(a) প্রথম (b) দ্বিতীয় (c) তৃতীয় (d) চতুর্থ
সমাধান: (c); কার্নো ইঞ্জিনের তৃতীয় ধাপ হলো সমোষ্ণ সংকোচন।

22. সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় স্থির আয়তনে কোন রাশিটি পরিবর্তিত হয়? **[Ans: a]**
(a) চাপ (b) এনট্রপি
(c) তাপমাত্রা (d) অন্তঃস্থ শক্তি

23. পানি ভর্তি গ্লাসে এক টুকরো বরফ ভাসমান রয়েছে। বরফ গলার পর পানির লেভেল- **[Ans: c]**
(a) উপরে উঠবে (b) নিচে নামবে
(c) একই থাকবে
(d) প্রথমে উপরে উঠবে পরে নিচে নামবে

24. স্বাভাবিক তাপমাত্রা ও চাপে 1 mole আদর্শ গ্যাসের তাপমাত্রা 1K বাড়ালে যে কাজ সম্পন্ন হয় তা হলো-
(a) 8.314 J (b) 4200 J (c) 3.36 J (d) 4.2 J
সমাধান: (a); 1 mole পরিমাণ আদর্শ গ্যাসের তাপমাত্রা 1K বাড়ালে যে কাজ সম্পন্ন হয় তাকে গ্যাসের মোলার গ্যাস ধ্রুবক বলে। যার মান 8.314 J।

25. একটি পদার্থের তাপমাত্রিক ধর্ম- **[Ans: c]**
(i) চাপের সমানুপাতিক (ii) আয়তনের সমানুপাতিক
(iii) তাপমাত্রার সাথে পরিবর্তিত হয়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) ii (c) iii (d) i, ii

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
4.58 mm পারদস্তম্ভ চাপে যে তাপমাত্রায় বিশুদ্ধ বরফ, পানি ও জলীয়বাষ্প তাপীয় সাম্যাবস্থায় থাকে তাকে পানির ত্রৈধবিন্দু বলে। ত্রৈধবিন্দু সংক্রান্ত

26. পানির ত্রৈধবিন্দুর ওপর ভিত্তি করে বরফবিন্দুর তাপমাত্রা কত? **[Ans: c]**
(a) 273 K (b) 273.16 K
(c) 273.15 K (d) 373 K

27. পানির ত্রৈধবিন্দুর ভিত্তি করে স্টিম বিন্দুর তাপমাত্রা কত? **[Ans: b]**
(a) 373 K (b) 373.15 K
(c) 273.15 K (d) 273 K

ড. তফাজ্জল হোসেন স্যার

01. সেলসিয়াস স্কেলে 1° তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে পরম স্কেলে তাপমাত্রা বৃদ্ধি কত? **[Ans: a]**
(a) 1° (b) 274° (c) 273° (d) 272°

02. ফারেনহাইট স্কেলে নিম্ন স্থির বিন্দু ও উর্ধ্বস্থির বিন্দু যথাক্রমে- **[Ans: c]**
(a) 0° ও 100° (b) 0° ও 180°
(c) 32° ও 212° (d) 32° ও 180°

03. পানির ত্রৈধবিন্দুর তাপমাত্রার $\frac{1}{273.16}$ কে বলা হয়- [Ans: a]
(a) 1K (b) 1°C
(c) 1°F (d) পরম শূন্য তাপমাত্রা

04. কোনটি রুদ্ধতাপীয় পরিবর্তনের বৈশিষ্ট্য নয়?
(a) এই পরিবর্তনে তাপমাত্রার পরিবর্তন ঘটে
(b) রুদ্ধতাপীয় লেখ সমোষ্ণ লেখ অপেক্ষা খাড়া
(c) এটি একটি দ্রুত প্রক্রিয়া
(d) এই পরিবর্তনে পাত্র তাপ সুপরিবাহী
সমাধান: (d); সমোষ্ণ পরিবর্তনে পাত্র তাপ সুপরিবাহী এবং রুদ্ধপাতীয় পরিবর্তনে পাত্র তাপ কুপরিবাহী।

05. সমোষ্ণ পরিবর্তনের ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক? [Ans: b]
(a) $\Delta Q = 0$ (b) $\Delta T = 0$
(c) $\Delta P = 0$ (d) $\Delta V = 0$

06. তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্র কোন সূত্রের বিশেষ রূপ?
(a) নিউটনের দ্বিতীয় সূত্র
(b) তাপগতিবিদ্যার শূন্যতম সূত্র
(c) শক্তির নিত্যতা সূত্র
(d) নিউটনের তৃতীয় সূত্র
সমাধান: (c); তাপগতিবিদ্যার ১ম সূত্র শক্তির সংরক্ষণশীলতা মেনে চলে।

07. সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় কোনো ব্যবস্থার অন্তঃস্থ শক্তি-
(a) হ্রাস পায় (b) বৃদ্ধি পায়
(c) অপরিবর্তিত থাকে
(d) কখনও হ্রাস পায় কখনও বৃদ্ধি পায়
সমাধান: (c); সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় dT= 0
আবার $du = CvdT \Rightarrow du = Cv \times 0 \therefore du = 0$

08. কোন আদর্শ গ্যাসের ধ্রুব আয়তনে মোলার আপেক্ষিক তাপ এবং ধ্রুব চাপে মোলার আপেক্ষিক তাপ যথাক্রমে C_v ও C_p সার্বজনীন গ্যাস ধ্রুবক নিচের কোনটি?
(a) $C_p - C_v$ (b) $\frac{C_p}{C_v}$ (c) $C_p + C_v$ (d) $\frac{C_v}{C_p}$
সমাধান: (a); $R = C_p - C_v$ এবং $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$.

09. $PV^\gamma =$ ধ্রুবক-এই সমীকরণে $\gamma = 1$ হলে সমীকরণটি নিচের কোন প্রক্রিয়া বুঝায়?
(a) সমোষ্ণ প্রক্রিয়া (b) সমচাপ প্রক্রিয়া
(c) ধ্রুব আয়তন প্রক্রিয়া (d) রুদ্ধতাপ প্রক্রিয়া
সমাধান: (a); $PV^\gamma =$ ধ্রুবক। $\gamma = 1$ হলে $PV =$ ধ্রুবক (বয়েলের সূত্র)। বয়েলের সূত্রে তাপমাত্রা স্থির থাকে যা সমোষ্ণ প্রক্রিয়া বুঝায়।

10. রুদ্ধতাপীয় প্রসারণের সময় কোনো আদর্শ গ্যাস নিচের কোন সম্পর্কটি মেনে চলে? [Ans: b]
(a) $PV = RT$ (b) $PV^\gamma =$ ধ্রুবক
(c) $PV^{\gamma-1} =$ ধ্রুবক
(d) $\left(P + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) =$ ধ্রুবক

11. সমোষ্ণ পরিবর্তনে আয়তনের পরিবর্তন- [Ans: b]
(a) চাপের সমানুপাতিক (b) চাপের ব্যস্তানুপাতিক
(c) চাপের বর্গের সমানুপাতিক
(d) চাপের বর্গমূলের সমানুপাতিক

12. সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় কোনো আদর্শ গ্যাসে তাপ প্রয়োগ করলে–
(a) গ্যাসের অন্তঃস্থ শক্তি বৃদ্ধি করে
(b) গ্যাস ধনাত্মক কাজ করে
(c) গ্যাস ঋণাত্মক কাজ করে
(d) এ ধরনের প্রক্রিয়া সম্ভব নয়
সমাধান: (b); dQ = du + W
সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় dT = 0 তাই du = 0
এজন্য তাপ প্রয়োগ করলে W = ধনাত্মক।
তাপ বর্জন করলে W = ঋণাত্মক।

13. বায়ুমণ্ডলীয় চাপে পানি উত্তপ্ত করা কোন প্রক্রিয়া? [Ans: c]
(a) সমোষ্ণ প্রক্রিয়া (b) রুদ্ধতাপ প্রক্রিয়া
(c) সমচাপ প্রক্রিয়া (d) সমআয়তন প্রক্রিয়া

14. এক তাপগতীয় প্রক্রিয়ায় নির্দিষ্ট ভরের একটি গ্যাসকে চাপ প্রয়োগে গ্যাসে 30 J তাপ উদ্ভব হল এবং গ্যাসের উপর 10 J কাজ সম্পাদিত হল। গ্যাসের প্রাথমিক অন্তঃস্থ শক্তি 40J হল চূড়ান্ত অন্তঃস্থ শক্তি কী হবে?
(a) 20 J (b) 60 J (c) 80 J (d) 50 J
সমাধান: (c); চূড়ান্ত অন্তঃস্থশক্তি
= 40 J + (30 + 10) J = 80 J.

15. নিচের কোন ক্ষেত্রে, কোনো বহিঃস্থ কাজ সম্পাদিত হয় না?
(a) ধ্রুব চাপে গ্যাসের আয়তন প্রসারণ
(b) ধ্রুব আয়তন প্রক্রিয়া
(c) ধ্রুব তাপমাত্রায় গ্যাসের আয়তন প্রসারণ
(d) ধ্রুব চাপে গ্যাসের আয়তন সঙ্কোচন
সমাধান: (b); ধ্রুব আয়তন প্রক্রিয়ায় $\Delta V = 0$
$\therefore dW = P\Delta V = P \times 0 = 0$

16. কোনো আদর্শ গ্যাসের অন্তঃস্থ শক্তি হ্রাস ব্যবস্থা কর্তৃক সম্পাদিত কাজের সমান হয় — [Ans: c]
(a) সমআয়তন প্রক্রিয়ায় (b) সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায়
(c) রুদ্ধতাপ প্রক্রিয়ায় (d) সমচাপ প্রক্রিয়ায়

17. এনট্রপির ক্ষেত্রে কোনটি প্রযোজ্য নয়-
(a) তাপ প্রবাহের দিক নির্দেশ করে
(b) বিশৃঙ্খলতার পরিমাপক
(c) রুদ্ধতাপীয় প্রত্যাগামী প্রক্রিয়ায় ধ্রুব থাকে
(d) অপ্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়ায় এটি হ্রাস পায়
সমাধান: **(d)**; অপ্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়ায় এনট্রপি বৃদ্ধি পায়।

18. তাপীয় সাম্যাবস্থা সম্পর্কে ধারণা পাওয়া যায় কোন সূত্র থেকে?
(a) তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্র
(b) তাপগতিবিদ্যার দ্বিতীয় সূত্র
(c) তাপগতিবিদ্যার তৃতীয় সূত্র
(d) তাপগতিবিদ্যার শূন্যতম সূত্র
সমাধান: **(d)**; আর এইচ ফাউলার বলেন তাপগতিবিদ্যার শূন্যতম সূত্র দ্বারা তাপীয় সাম্যাবস্থা সম্পর্কে ধারণা পাওয়া যায়।

19. 10 mole আদর্শ গ্যাসের তাপমাত্রা ধ্রুব আয়তনে 120°C থেকে 140°C করা হল। গ্যাসের অন্তঃস্থ শক্তির পরিবর্তন হল 100 J. ধ্রুব আয়তনে মোলার তাপধারণ ক্ষমতা —
(a) $10\ JK^{-1}$ (b) $0.1\ JK^{-1}$ (c) $5\ JK^{-1}$ (d) $0.5\ JK^{-1}$
সমাধান: **(d)**; ধ্রুব আয়তনে মোলার তাপধারণ ক্ষমতা,
$C_v = \frac{dQ}{ndT} = \frac{du}{ndT} = \frac{100}{10\times 20} = 0.5\ Jk^{-1}$।
(ধ্রুব আয়তনে $dQ = du$, কারণ $W = 0$)

20. তাপধারণ ক্ষমতার মাত্রা সমীকরণঃ **[Ans: a]**
(a) $ML^2T^{-2}\theta^{-1}$ (b) $MLT^{-2}\theta^{-1}$
(c) ML^2T^{-2} (d) None of these

21. 20°C এবং 100°C তাপমাত্রাদ্বয়ের মধ্যে কার্যরত একটি কার্নো ইঞ্জিনের দক্ষতা হবে-
(a) 0.8 (b) 0.214 (c) −0.8 (d) −4
সমাধান: **(b)**; $\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = \frac{373-293}{373} = \frac{80}{373} = 0.214.$

22. একটি কার্নো ইঞ্জিনের দক্ষতা 60%, ইঞ্জিনের তাপ উৎসের তাপমাত্রা 450 K হলে তাপ গ্রাহকের তাপমাত্রা কত?
(a) 230 K (b) 312 K (c) 180 K (d) 260 K
সমাধান: **(c)**; $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow 0.6 = 1 - \frac{T_2}{450}$
$\Rightarrow \frac{T_2}{450} = 1 - 0.6 = 0.4 \therefore T_2 = 0.4 \times 450 = 180\ K$

23. সুপারকন্ডাক্টর সাধারণ কন্ডাক্টরের চেয়ে বেশি সুশৃঙ্খল। যদি সুপারকন্ডাক্টর এবং সাধারণ কন্ডাক্টর অবস্থায় এনট্রপি যথাক্রমে S_s এবং S_n হয় তবে নিম্নের কোনটি সঠিক?
(a) $S_s = S_n$ (b) $S_s > S_n$ (c) $S_s < S_n$ (d) $S_s \geq S_n$
সমাধান: **(c)**; এনট্রপি সমানুপাতিক বিশৃঙ্খলা, যেহেতু সাধারণ কন্ডাক্টর বেশি বিশৃঙ্খল তাই এর এনট্রপি (S_n) বেশি।

24. এনট্রপির ক্ষেত্রে- **[Ans: c]**
(i) এনট্রপি বিশৃঙ্খলতার পরিমাপক
(ii) মহাবিশ্বের এনট্রপি সব সময় স্থির থাকে
(iii) এনট্রপি তাপ সঞ্চালনের দিক নির্ধারণ করে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

25. সমোষ্ণ প্রক্রিয়া সংঘটনের জন্য শর্তাবলী হলো- **[Ans: c]**
(i) গ্যাসের সংনমন ও প্রসারণ খুব ধীরে সংঘটিত হতে হবে
(ii) পাত্রের চারপাশের মাধ্যমের তাপধারণ ক্ষমতা কম হতে হবে
(iii) $\Delta T = 0; \Delta Q \neq 0$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

26. রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়া সংঘটনের জন্য শর্তাবলী হল- **[Ans: c]**
(i) গ্যাসের চাপ পরিবর্তন খুব দ্রুত সংঘটিত হবে
(ii) চারপাশের মাধ্যমের তাপ ধারণ ক্ষমতা বেশি হতে হবে
(iii) $\Delta T \neq 0; \Delta Q = 0$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

27. তাপ ও তাপমাত্রার সম্পর্কে বলা হয়- **[Ans: c]**
(i) তাপমাত্রা তাপ প্রবাহের দিক নির্দেশ করে
(ii) তাপমাত্রা কারণ; তাপ এর ফল
(iii) দুটি বস্তুর মধ্যে তাপীয় সমতা নির্ধারণ করে তাপমাত্রা
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

28. তাপগতীয় চলরাশি হলো- **[Ans: a]**
(i) চাপ (ii) আয়তন (iii) ভর
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

29. অন্তঃস্থ শক্তির ক্ষেত্রে- **[Ans: c]**
(i) অন্তঃস্থ শক্তি গ্যাসের তাপমাত্রার উপর নির্ভরশীল
(ii) গ্যাসকে সংনমিত করলে অন্তঃস্থ শক্তি হ্রাস পায়
(iii) অন্তঃস্থ শক্তি অণুগুলোর বিভব শক্তি ও গতিশক্তির যোগফল
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

30. তাপ ও কাজ এর সম্পর্ক- [Ans: b]
(i) তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্রে বর্ণনা করা হয়
(ii) তাপগতিবিদ্যার দ্বিতীয় সূত্রে বর্ণনা করা হয়
(iii) তাপকে সম্পূর্ণভাবে কাজে রূপান্তরিত করা সম্ভব নয়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

31. তাপগতিবিদ্যায় দ্বিতীয় সূত্রকে প্রকাশ করা যায় নিম্নলিখিত উপায়ে- [Ans: a]
(i) তাপ ইঞ্জিনের দক্ষতা কখনই 100% হতে পারে না
(ii) তাপ সবসময় উত্তপ্ত বস্তু থেকে শীতল বস্তুর দিকে প্রবাহিত হয়
(iii) মহাবিশ্বের মোট এন্ট্রপি সবসময় স্থির
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

32. এন্ট্রপি সবচেয়ে বেশি কোন অবস্থায়? [Ans: d]
(i) কঠিন অবস্থায় (ii) তরল অবস্থায়
(iii) গ্যাসীয় অবস্থায়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) ii (c) i, ii (d) iii

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী তিনটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
একটি তাপগতীয় উপাত্ত দেয়া হলো।

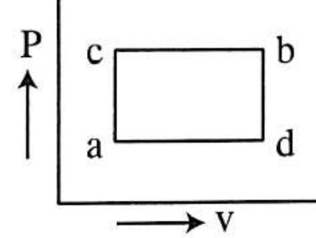
প্রক্রিয়া নং	dQ (J)	dU (J)	dW(J)
১	400	0	--
২	--	250	−250
৩	500	--	0

33. ১ নং প্রক্রিয়ায় সম্পাদিত কাজের পরিমাণ কত? [Ans: b]
(a) 0 (b) 400J (c) −400J (d) 200J

34. ২ নং প্রক্রিয়ায় প্রযুক্ত তাপের পরিমাণ কত? [Ans: b]
(a) 500J (b) 0 (c) 250J (d) −250J

35. ৩ নং প্রক্রিয়াটি- [Ans: d]
(a) সমোষ্ণ প্রক্রিয়া (b) রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়া
(c) সমচাপ প্রক্রিয়া (d) সম-আয়তন প্রক্রিয়া

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



acb পথে কোনো ব্যবস্থাকে a থেকে b অবস্থায় নেওয়া হলে 200J তাপ ব্যবস্থা কর্তৃক শোষিত হয় এবং ব্যবস্থা 150J কাজ সম্পাদন করে।

36. adb পথে কাজ সম্পাদনের পরিমাণ যদি 50J হয় তাহলে adb পথে কী পরিমাণ তাপ শোষিত হয়? [Ans: a]
(a) 100J (b) 400J (c) 200J (d) 250J

37. যদি $U_a = 0$ এবং $U_d = 30$ J হয় তাহলে ad ও db পথে শোষিত তাপের পরিমাণ কত? [Ans: b]
(a) 80J ও 50J (b) 80J ও 20J
(c) 50J ও 20J (d) 50J ও 30J

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
একটি কার্নো ইঞ্জিন 500 K তাপমাত্রার তাপ উৎস থেকে 1250 J তাপ গ্রহণ করে এবং তাপগ্রাহকে 700 J তাপ বর্জন করে।

38. তাপ গ্রাহকের তাপমাত্রা কত? [Ans: c]
(a) 240K (b) 250K (c) 280K (d) 300K

39. ইঞ্জিনটির দক্ষতা কত? [Ans: b]
(a) 22% (b) 44% (c) 40% (d) 50%

MCQ: সম্ভাব্য নমুনা প্রশ্ন ও সমাধান

01. সকল প্রাকৃতিক প্রক্রিয়াই- [Ans: b]
(a) প্রত্যাগামী (b) অপ্রত্যাগামী
(c) স্থিতিশীল (d) সমোষ্ণ

02. যে তাপমাত্রায় প্রমাণ চাপে বিশুদ্ধ বরফ গলতে শুরু করে তাকে বলা হয়- [Ans: b]
(a) ঊর্ধ্ব স্থির বিন্দু (b) নিম্ন স্থির বিন্দু
(c) স্টিম বিন্দু (d) ত্রৈধ বিন্দু

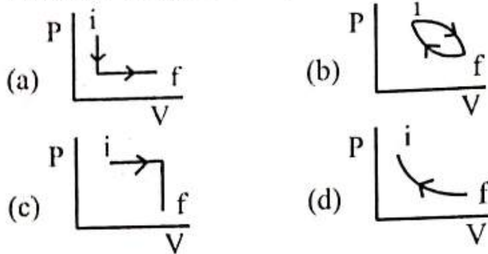
03. যে স্কেলে বরফ বিন্দুকে 0° এবং স্টিম বিন্দুকে 100° ধরে মধ্যবর্তী মৌলিক ব্যবধানকে 100 ভাগে ভাগ করা হয় তাকে বলা হয়- [Ans: c]
(a) ফারেনহাইট স্কেল (b) কেলভিন স্কেল
(c) সেলসিয়াস স্কেল (d) আন্তর্জাতিক স্কেল

04. পানির ত্রৈধবিন্দুর তাপমাত্রা ধরা হয়- [Ans: b]
(a) 0 K (b) 273.16
(c) 0° F (d) 373 K

05. এক স্থির বিন্দু পদ্ধতিতে তাপমাত্রা পরিমাপের মূলনীতি ব্যবহৃত হয় নিম্নের কোন স্কেলে? [Ans: c]
(a) সেলসিয়াস (b) রোমার
(c) কেলভিন (d) ফারেনহাইট

06. 0° C তাপমাত্রার 600 gm বরফকে শুধু গলানোতে এন্ট্রপির পরিবর্তন- [Ans: a]
(a) ধনাত্মক (b) ঋণাত্মক
(c) সমান (d) এই তথ্য থেকে বলা সম্ভব নয়

07. নিম্নের কোন চিত্রের ক্ষেত্রে কৃতকাজ, $W < 0$?



সমাধান: (d); এখানে সমোষ্ণ সংকোচন প্রক্রিয়া বলে কৃতকাজ ঋণাত্মক।

08. কোনো দক্ষ ইঞ্জিন 2100K এবং 700K তাপমাত্রা পরিসরে কাজ করে। এর যথার্থ দক্ষতা 40% হলে তা শতকরা হিসাবে সর্বোচ্চ দক্ষতার কত অংশ?
(a) 40% (b) 60% (c) 66.6% (d) 33.4%
সমাধান: (b); সমাধান: $\eta_{max} = 1 - \frac{700}{2100} = \frac{2}{3}$
$\frac{\eta}{\eta_{max}} = \frac{0.4}{\frac{2}{3}} \times 100\% = 60\%$

09. সমোষ্ণ পরিবর্তনের বৈশিষ্ট্য নয় –
(i) এটি একটি দ্রুত প্রক্রিয়া
(ii) এই পরিবর্তনে পাত্রটি তাপের সুপরিবাহী হওয়া প্রয়োজন
(iii) এটি বয়েলের সূত্র মেনে চলে না
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii
সমাধান: (b); সমোষ্ণ পরিবর্তন ধীর প্রক্রিয়া এবং এটি বয়েলের সূত্র মেনে চলে।

10. সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় যে ভৌত রাশিটি স্থির থাকে তাকে কী বলে? **[Ans: b]**
(a) এনট্রপি (b) অন্তঃস্থশক্তি (c) চাপ (d) আয়তন

11. রুদ্ধতাপীয় পরিবর্তনের বৈশিষ্ট্য হলো- **[Ans: b]**
(i) এটি একটি অতি দ্রুত প্রক্রিয়া
(ii) এই পরিবর্তনে তাপমাত্রা স্থির থাকে
(iii) এই পরিবর্তনে পাত্রটি তাপ কুপরিবাহী হওয়া দরকার
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

12. তাপীয় সাম্যাবস্থার ধারণা কোন সূত্র থেকে পাওয়া যায়?
(a) তাপগতিবিদ্যার ১ম সূত্র **[Ans: d]**
(b) তাপগতিবিদ্যার ২য় সূত্র
(c) তাপগতিবিদ্যার ৩য় সূত্র
(d) তাপগতিবিদ্যার শূন্যতম সূত্র

13. এন্ট্রপি- **[Ans: d]**
(i) রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় স্থির (ii) প্রত্যাগামী প্রক্রিয়ায় স্থির
(iii) অপ্রত্যাগামী প্রক্রিয়ায় পরিবর্তনশীল
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

14. বায়ু মাধ্যমে শব্দ সঞ্চালন কোন প্রক্রিয়ায় হয়? **[Ans: a]**
(a) রুদ্ধতাপীয় (b) সমোষ্ণ (c) সমতাপীয় (d) সমআয়তন

15. কোনো ইঞ্জিনটি 100% কর্মদক্ষতা সম্পন্ন? **[Ans: d]**
(a) বাষ্প ইঞ্জিন (b) রেফ্রিজারেটর
(c) তাপীয় পাওয়ার প্লান্ট (d) কোনো বস্তুর ইঞ্জিনই নয়

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
একটি তাপ ইঞ্জিনের কার্যকর বস্তু 600K তাপমাত্রায় উৎস হতে 1200J তাপ গ্রহণ করে শীতল আধারে 300J তাপ বর্জন করে।

16. শীতল আধারের তাপমাত্রা কত?
(a) 150K (b) 300K (c) 600K (d) 2400K
সমাধান: (a); $\frac{Q_1}{T_1} = \frac{Q_2}{T_2} \Rightarrow T_2 = \frac{Q_2 T_1}{Q_1}$
$= \frac{300 \times 600}{1200} = 150K$

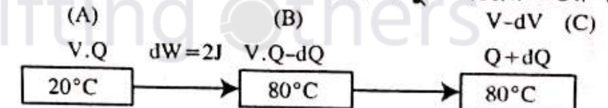
17. ইঞ্জিনটির দক্ষতা কত?
(a) 44% (b) 75% (c) 60% (d) 50%
সমাধান: (b); $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 75\%$

18. কোন প্রক্রিয়ায় সিস্টেমের তাপগতীয় সাম্যাবস্থা বজায় থাকে? **[Ans: c]**
(a) সমচাপ (b) সমআয়তন
(c) প্রত্যাবর্তী (d) অপ্রত্যাবর্তী

19. 1 টি তাপ ইঞ্জিন স্টীম বিন্দু ও 27°C তাপমাত্রার মধ্যে কার্যরত ইঞ্জিনটির দক্ষতা কত?
(a) 19.57% (b) 22.50% (c) 21.57% (d) 36.94%
সমাধান: (a); $\eta = \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) \times 100\%$
$= \left(1 - \frac{27+273}{373}\right) \times 100\% = 19.57\%$

20. গ্যাসের অভ্যন্তরীণ শক্তি নির্ভর করে- **[Ans: b]**
(a) চাপের উপর (b) তাপমাত্রার উপর
(c) আয়তনের উপর (d) সবগুলির উপর

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



21. $dQ = 5J$ হলে A থেকে B তে অন্তঃস্থ শক্তির পরিবর্তন কত?
(a) −3J (b) 0J (c) 3J (d) 7J
সমাধান: (c); $dU = dQ - dW = 5 - 2 = 3J$

22. যদি তিন অবস্থায় সিস্টেমটির অন্তঃস্থ শক্তি যথাক্রমে- U_A, U_B, U_C হয় তবে কোনটি সঠিক?
(a) $U_A = U_B = U_C$ (b) $U_C = U_B > U_A$
(c) $U_B < U_C = U_A$ (d) $U_A = U_B < U_C$
সমাধান: (b); $U \propto T$

23. একটি নির্দিষ্ট রোধ থার্মোমিটারের রোধ বরফবিন্দু ও স্টিমবিন্দুতে যথাক্রমে 4.5Ω ও 9.5Ω। কোনো তরলে স্থাপন করলে এর রোধ হয় 6.1Ω। তরলের তাপমাত্রা কত?
(a) 30°C (b) 40°C (c) 32°C (d) 31°C
সমাধান: (c); $\frac{\theta-0}{100-0} = \frac{6.1-4.5}{9.5-4.5} \Rightarrow \theta = 32°C$

24. কার্নো ইঞ্জিন কয়টি স্তরে কাজ করে? **[Ans: c]**
(a) 2 টি (b) 3 টি (c) 4 টি (d) 5 টি

25. কার্নোচক্রের ১ম ধাপের ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক?
(a) তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায় (b) অন্তঃস্থ শক্তি হ্রাস পায়
(c) তাপমাত্রা স্থির থাকে (d) তাপ বর্জিত হয়
সমাধান: (c); সমোষ্ণ প্রসারণ ঘটে।

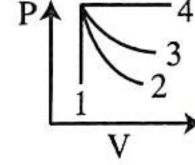
নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
স্থির চাপে 8gm অক্সিজেনে 100J তাপ শক্তি সরবরাহ হলো। এখানে $[C_p = 29.1 Jmol^{-1}K^{-1}]$

26. উদ্দীপক থেকে গ্যাস কর্তৃক কৃতকার্য =?
(a) 10J (b) 13.75J (c) 14.29J (d) 28.58J
সমাধান: (d); স্থির চাপে গৃহীত তাপ, $\Delta Q = nC_p\Delta T$;
অক্সিজেন দ্বিপরমাণুক হওয়ায়, $\frac{C_p}{C_v} = 1.4$
এখন, $\Delta Q = \Delta U + \Delta W \Rightarrow nC_p\Delta T = nC_v\Delta T + \Delta W$
$\Rightarrow \Delta W = nC_p\Delta T - n\frac{C_p}{1.4}\Delta T = \Delta Q\left(1-\frac{1}{1.4}\right)$
$= 28.58J$

27. উদ্দীপক থেকে গ্যাসের অন্তঃস্থ শক্তির পরিবর্তন কত?
(a) 90J (b) 86.25J (c) 85.71J (d) 71.42J
সমাধান: (d); $dQ = dU + dW$
$\Rightarrow dU = dQ - dW = 100 - 28.58 = 71.42J$

28. 0°C তাপমাত্রার 600gm বরফকে শুধুমাত্র গলানো হলে এনট্রপির পরিবর্তন ΔS =?
(a) $201600JK^{-1}$ (b) $336000JK^{-1}$
(c) $738.4JK^{-1}$ (d) $538JK^{-1}$
সমাধান: (c); $\Delta S = \frac{ml_f}{T} = \frac{0.6\times3.36\times10^5}{273} = 738.4JK^{-1}$

29. একটি আদর্শ গ্যাস একই আদি অবস্থা থেকে চারটি ভিন্ন পদ্ধতিতে পরিবর্তন হয় যা চিত্রে দেখানো হয়েছে। 1, 2, 3 এবং 4 এর মধ্যে কোনটি রুদ্ধতাপীয়?



(a) 4 (b) 3 (c) 2 (d) 1
সমাধান: (c); রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় লেখ অধিক খাড়া।

30. সমোষ্ণ পরিবর্তনের জন্য— **[Ans: b]**
(i) পাত্রের দেয়াল সম্পূর্ণ পরিবাহী হতে হবে
(i) পরিবর্তন খুব ধীরে হতে হবে
(iii) পরিবর্তন খুব দ্রুত হতে হবে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) i, ii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

31. একটি পারমাণবিক বোমা বিস্ফোরণের ফলে যে অগ্নিগোলকের সৃষ্টি, তার ব্যাস 200m এবং তাপমাত্রা 10^5K। অগ্নিগোলকটি রুদ্ধতাপ প্রক্রিয়ায় সম্প্রসারিত হয়ে যখন 2000m ব্যাস লাভ করে তখন তাপমাত্রা কত? $(\gamma = 1.66)$
(a) 1000K (b) 1047.13K
(c) 1140.3K (d) কোনোটিই নয়
সমাধান: (b); $T_1V_1^{\gamma-1} = T_2V_2^{\gamma-1} \Rightarrow T_2 = T_1\left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1}$
$= T_1\left(\frac{r_1^3}{r_2^3}\right)^{\gamma-1} = 10^5 \times \left(\frac{100^3}{1000^3}\right)^{1.66-1} = 1047.13K$

জ্ঞানমূলক সৃজনশীল প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

◆ **CQ:** বিগত বছরসমূহের বোর্ড পরীক্ষার জ্ঞানমূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. তাপগতিবিদ্যার দ্বিতীয় সূত্রটি বিবৃত কর। **[DB'22, DB'17]**
উত্তর: কোনো নির্দিষ্ট পরিমাণ তাপশক্তিকে সম্পূর্ণরূপে যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তরে সক্ষম এমন যন্ত্র নির্মাণ সম্ভব নয়।

02. তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্র বিবৃত কর। **[RB'22; JB'22, SB'21, DB'19]**
উত্তর: যখন কাজ সম্পূর্ণভাবে তাপে বা তাপ সম্পূর্ণভাবে কাজে রূপান্তরিত হয় তখন কাজ ও তাপ পরস্পরের সমানুপাতিক হয়।

03. পানির ত্রৈধবিন্দু কাকে বলে? **[Ctg.B'22, RB'19]**
উত্তর: যে তাপমাত্রা ও চাপে পানি একই সাথে কঠিন, তরল ও বায়বীয় অবস্থায় বিরাজ করতে পারে, তাকে পানির ত্রৈধবিন্দু বলে। পানির ত্রৈধবিন্দু 273.16K এবং 4.58mm পারদ চাপ।

04. ত্রৈধ বিন্দু কাকে বলে? [SB'22]
উত্তর: যে তাপমাত্রা ও চাপে কোনো বস্তু একইসাথে কঠিন তরল ও বায়বীয় অবস্থায় বিরাজ করতে পারে, তাকে ঐ বস্তুর ত্রৈধবিন্দু বলে।

05. প্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়া কাকে বলে? [DB'21; MB'21; Din.B'17; BB'16; SB'16; RB'15]
উত্তর: যে প্রক্রিয়া বিপরীতমুখী হয়ে প্রত্যাবর্তন করে এবং সম্মুখবর্তী ও বিপরীতমুখী প্রক্রিয়ার প্রতি স্তরে তাপ ও কাজের ফলাফল সমান ও বিপরীত সেই প্রক্রিয়াকে প্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়া বলে।

06. তাপীয় সমতা কী? [DB'21; JB'21; BB'15]
উত্তর: যখন দুটি বস্তুর তাপমাত্রা সমান হয় তখন সেই অবস্থাকে বলা হয় তাপীয় সমতা।

07. অন্তঃস্থ শক্তি কী? [DB'22; Din.B'22; CB'21, Din.B'21; RB'22; RB'21]
উত্তর: প্রত্যেক বস্তুর অভ্যন্তরস্থ অণু, পরমাণু ও মৌলিক কণাসমূহের গতিশক্তি এবং তাদের মধ্যকার আন্তঃআণবিক বলের কারণে উদ্ভূত শক্তিকেই অন্তঃস্থ শক্তি বলে।

08. তাপগতিবিদ্যার শূন্যতম সূত্রটি বিবৃত কর। [CB'22; RB'21; JB'19; Ctg.B'17; BB'17]
উত্তর: দুটি বস্তু যদি তৃতীয় কোনো বস্তু (তাপমান যন্ত্র) এর সাথে পৃথকভাবে তাপীয় সাম্যে তাকে তবে প্রথমোক্ত বস্তু দুটি পরস্পরের সাথে তাপীয় সাম্যে থাকবে।

09. এনট্রপি কী? [SB'22, Ctg.B'21; BB'21; SB'21; CB'21; Din.B'19; BB'19; DB'16; JB'16; Ctg.B'15]
উত্তর: কোনো সিস্টেমের শক্তি রূপান্তরের অক্ষমতা বা অসম্ভাব্যতাকে বা রূপান্তরের জন্য শক্তির অপ্রাপ্যতাকে এনট্রপি বলে।

10. সিস্টেম কী? [BB'22; BB'21]
উত্তর: পরীক্ষা নিরীক্ষার সময় আমরা জড় জগতের খানিকটা নির্দিষ্ট অংশ বিবেচনা করি। জড় জগতের এই নির্দিষ্ট অংশকে সিস্টেম বলে।

11. মোলার তাপ ধারণ ক্ষমতা কাকে বলে? [Din.B'21]
উত্তর: কোনো পদার্থের 1 mole এর উষ্ণতা 1K বৃদ্ধি করতে প্রয়োজনীয় তাপকে ঐ পদার্থের মোলার তাপ ধারণ ক্ষমতা বলে।

12. তাপ ইঞ্জিন কী? [MB'21]
উত্তর: যে যন্ত্র দ্বারা তাপশক্তিকে যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তর করা যায় তাকে তাপ ইঞ্জিন বলে।

13. উষ্ণতা কাকে বলে? [Ctg.B'19]
উত্তর: উষ্ণতা কোনো বস্তুর তাপীয় অবস্থা যা ঐ বস্তু হতে অন্য বস্তুতে তাপের প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করে এবং তাপ প্রবাহের অভিমুখ নির্ধারণ করে।

14. আপেক্ষিক তাপ কাকে বলে? [JB'19]
উত্তর: কোনো পদার্থের 1kg ভরের বস্তুর তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করতে যে পরিমাণ তাপের প্রয়োজন হয়, তাকে ঐ পদার্থের আপেক্ষিক তাপ বলে।

15. সমোষ্ণ প্রক্রিয়া কাকে বলে? [CB'19]
উত্তর: যে তাপগতীয় প্রক্রিয়ায় কোনো গ্যাসের চাপ ও আয়তনের পরিবর্তন হয়, কিন্তু তাপমাত্রা স্থির থাকে, তাকে সমোষ্ণ প্রক্রিয়া বলে।

16. তাপ ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা কী? [RB'17]
উত্তর: কোনো তাপ ইঞ্জিন দ্বারা কাজে রূপান্তরিত তাপশক্তির পরিমাণ এবং ইঞ্জিন দ্বারা শোষিত তাপশক্তির পরিমাণের অনুপাতকে তাপ ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা বলে।

17. তাপীয় সিস্টেম কী? [SB'17]
উত্তর: তাপগতীয় সিস্টেম বলতে তল বা বেষ্টনী দ্বারা সীমাবদ্ধ কোনো নির্দিষ্ট পরিমাণ বস্তুকে বুঝায় যেখানে তাপগতীয় চলরাশি (P, V, T) পরিমাপ করা যায়।

18. অপ্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়া কাকে বলে? [JB'22; CB'17]
উত্তর: যে সকল প্রক্রিয়া বিপরীতমুখী হয়ে প্রত্যাবর্তন করতে পারে না অর্থাৎ সম্মুখবর্তী ও বিপরীতমুখী প্রক্রিয়ার প্রতি স্তরে তাপ ও কাজের ফলাফল সমান ও বিপরীত হয় না, তাকে অপ্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়া বলে।

19. অভ্যন্তরীণ শক্তি কী? [CB'22; MB'22; Ctg.B'16]
উত্তর: বস্তুর অভ্যন্তরস্থ অণু, পরমাণু ও মৌলিক কণাসমূহের রৈখিক গতি, স্পন্দন গতি ও ঘূর্ণনগতি এবং তাদের মধ্যকার বলের কারণে উদ্ভূত শক্তিকেই অভ্যন্তরীণ শক্তি বলে। অর্থাৎ একটি সিস্টেমের সম্ভাব্য সকল প্রকার শক্তির সমষ্টিকে উক্ত সিস্টেমের অভ্যন্তরীণ শক্তি বলে।

20. রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়া কী? [JB'15]

উত্তর: যে তাপগতীয় প্রক্রিয়ায় সিস্টেমের চাপ, তাপমাত্রা ও আয়তনের পরিবর্তন হয় কিন্তু পরিবেশের সাথে তাপের আদান-প্রদান হয় না অর্থাৎ এনট্রপি ধ্রুব থাকে তাকে রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়া বলে।

21. কার্নো চক্র কী? [SB'15]

উত্তর: ফরাসী বিজ্ঞানী সাদি কার্নো সকল দোষ-ত্রুটি মুক্ত একটি ইঞ্জিনের পরিকল্পনা করেন। এ ইঞ্জিনে চার ঘাত বিশিষ্ট যে চক্রের মাধ্যমে কার্য সম্পাদন হয় তাকে কার্নো চক্র বলে।

◆ CQ: সম্ভাব্য জ্ঞানমূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. উষ্ণতামিতি ধর্ম কী?

উত্তর: উষ্ণতার পরিবর্তনে পদার্থের যে বিশেষ বিশেষ ধর্ম নিয়মিতভাবে পরিবর্তিত হয় এবং যে ধর্মের পরিবর্তন লক্ষ করে সহজ ও সূক্ষ্মভাবে উষ্ণতা নির্ণয় করা যায় তাকে উষ্ণতামিতি ধর্ম বলে।

02. স্থির চাপে গ্যাসের মোলার আপেক্ষিক তাপ কাকে বলে?

উত্তর: স্থির চাপে 1 mole গ্যাসের তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করতে যে তাপের প্রয়োজন তাকে স্থির চাপে গ্যাসের মোলার আপেক্ষিক তাপ বলে।

অনুধাবনমূলক সৃজনশীল প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

◆ CQ: বিগত বছরসমূহের বোর্ড পরীক্ষার অনুধাবনমূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. সমআয়তন প্রক্রিয়ায় কাজ শূন্য কেন? ব্যাখ্যা দাও। [DB'22, RB'21]

উত্তর: যে তাপগতীয় প্রক্রিয়ায় সিস্টেমের আয়তনের কোনো পরিবর্তন হয় না তাকে সমআয়তন প্রক্রিয়া বলে। সমআয়তন প্রক্রিয়ায় আয়তনের কোনো পরিবর্তন হয় না, যার ফলে $dV = 0$. আমরা জানি,

তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্রকে লেখা যায়, $dQ = dU + dW$

এখানে, $dW = PdV \Rightarrow dW = P \cdot 0 = 0$ অর্থাৎ সমআয়তন প্রক্রিয়ার কৃতকাজ শূন্য।

02. তাপ ইঞ্জিনের দক্ষতা কখনও **100%** হতে পারে না- ব্যাখ্যা কর। [SB'17, DB'22; RB'22]

উত্তর: কোনো তাপ ইঞ্জিন দ্বারা কাজে রূপান্তরিত তাপশক্তির পরিমাণ এবং ইঞ্জিন দ্বারা শোষিত তাপশক্তির পরিমাণের অনুপাতকে ইঞ্জিনের দক্ষতা বলে। $\therefore \eta = \frac{W}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$

এখন দক্ষতা 100% হলে, $\eta = \left(1 - \frac{Q_2}{Q_1}\right) \times 100\% \Rightarrow 1 = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} \Rightarrow \frac{Q_2}{Q_1} = 0$

অর্থাৎ, $Q_2 = 0$ হবে। ফলে, ইঞ্জিন থেকে তাপ বর্জিত না হয়ে সম্পূর্ণটাই কাজে রূপান্তরিত হবে $(W = Q_1)$, যা তাপগতিবিদ্যার দ্বিতীয় সূত্রকে লঙ্ঘন করে। তাই তাপ ইঞ্জিনের দক্ষতা 100% হতে পারে না।

03. $C_V < C_P$ কেন? ব্যাখ্যা কর। [Ctg.B'22]

উত্তর: কোনো নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন স্থির রেখে উত্তপ্ত করলে চাপ ও তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায় কিন্তু বাহ্যিক কাজ সম্পন্ন হয় না। কিন্তু চাপ স্থির রেখে উত্তপ্ত করলে আয়তন ও তাপমাত্রা উভয়ই বাড়ে। ফলে বাহ্যিক কাজ সম্পন্ন হয়। তাই স্থির আয়তনে 1 mol গ্যাসের তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করতে যে তাপের প্রয়োজন তা হতে স্থির চাপে ওই গ্যাসের তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করতে বেশি তাপের প্রয়োজন হয়। তাই $C_P > C_V$।

04. রুদ্ধতাপ প্রক্রিয়ায় গ্যাসকে সংনমিত করলে গ্যাসের তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায় কেন? ব্যাখ্যা কর। [SB'22]

উত্তর: কোনো গ্যাসকে চারিদিকে তাপ রোধক বস্তু দিয়ে ঘিরে ঐ গ্যাসকে যদি দ্রুত সংকুচিত করা হয়, তাহলে গ্যাসের উপর কিছু কাজ করা হবে। ফলে কিছু তাপ উৎপন্ন হবে। এ উৎপন্ন তাপ ঐ গ্যাসের মধ্যেই থেকে যাবে। এতে গ্যাসের অভ্যন্তরীণ শক্তি ও তাপমাত্রা বৃদ্ধি পাবে। এটিই রুদ্ধতাপীয় সংকোচন। যেমন- সাইকেলের টায়ারে হাওয়া ভরার সময় হাওয়া গরম বোধ হয়, যা রুদ্ধতাপীয় সংকোচনের ফল।

[SB'22]

05. "এন্ট্রপির পরিবর্তন সর্বদা ধনাত্মক"- ব্যাখ্যা কর।

উত্তর: যেহেতু সকল প্রক্রিয়া অপ্রত্যাগামী সেহেতু অপ্রত্যাগামী প্রক্রিয়ায় এনট্রপি বৃদ্ধি পায়, অর্থাৎ ধনাত্মক হয়। মনে করি, তাপ উৎসের তাপমাত্রা T_1K এবং তাপ গ্রাহকের তাপমাত্রা T_2K। একটি অপ্রত্যাবর্তক ইঞ্জিন T_1 তাপমাত্রায় Q_1 পরিমাণ তাপ শোষণ করে এবং T_2 তাপমাত্রায় Q_2 পরিমাণ তাপ বর্জন করে। তখন ওই ইঞ্জিনের কর্মক্ষমতা, $\eta' = \frac{Q_1-Q_2}{Q_1}$

কিন্তু T_1 এবং T_2 তাপমাত্রার মধ্যে কার্যত প্রত্যাবর্তক ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা, $\eta = \frac{T_1-T_2}{T_1}$

কার্নোর উপপাদ্য থেকে আমরা জানি, $\eta > \eta'$

অর্থাৎ $\frac{T_1-T_2}{T_1} > \frac{Q_1-Q_2}{Q_1}$; $1-\frac{T_2}{T_1} > 1-\frac{Q_2}{Q_1} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} < \frac{Q_2}{Q_1} \Rightarrow \frac{Q_2}{T_2} > \frac{Q_1}{T_1} \Rightarrow \frac{Q_2}{T_2} - \frac{Q_1}{T_1} > 0$

অর্থাৎ অপ্রত্যাবর্তী বা অপ্রত্যাগামী প্রক্রিয়ায় এনট্রপি বৃদ্ধি পায়।

∴ এনট্রপির পরিবর্তন সর্বদা ধনাত্মক হয়।

[BB'22]

06. অপ্রত্যাগামী প্রক্রিয়া একটি একমুখী প্রক্রিয়া- ব্যাখ্যা কর ।

উত্তর: যে প্রক্রিয়া সম্মুখমুখী হওয়ার পর বিপরীতমুখী হয়ে প্রত্যাবর্তন করতে পারে না, তাকে অপ্রত্যাগামী প্রক্রিয়া বলে। অপ্রত্যাগামী প্রক্রিয়ায় যেহেতু সিস্টেমকে যে পথে যাওয়া হয়েছে, সে পথে আগের বিন্দুতে ফেরত নিয়ে আসা যায় না, তাকেই এটি একটি একমুখী প্রক্রিয়া।

[JB'22]

07. বিশ্বজগৎ ক্রমে ক্রমে তাপীয় মৃত্যুর দিকে এগিয়ে চলছে–ব্যাখ্যা কর।

উত্তর: তাপ হলো বিশৃঙ্খল শক্তি। শক্তি যখন বিশৃঙ্খলার সৃষ্টি করে তখন তাপের উদ্ভব হয়। অর্থাৎ বিশৃঙ্খলিত শক্তিই তাপরূপে প্রকাশ পায়। অপরপক্ষে শক্তি ছাড়াও বিশৃঙ্খলার অস্তিত্ব থাকতে পারে এবং শক্তি সঞ্চয়ের সাথে সাথেই বিশৃঙ্খলা তাপে পরিণত হয়। যেমন- পদার্থের পরমাণুগুলো ইতস্ততভাবে ছড়িয়ে থাকে কিন্তু এ বিশৃঙ্খলা কোনো শক্তি বহন করে না। উপরিউক্ত আলোচনা থেকে দেখা যায় যে, তাপ হলো শক্তি ও বিশৃঙ্খলার সমন্বয়। কোনো সিস্টেমের বিশৃঙ্খলা বৃদ্ধি পেলে তার তাপীয় অবস্থার পরিবর্তন হয়। এ পরিবর্তনকে এনট্রপি নামে অভিহিত একটি গাণিতিক ধারণার মাধ্যমে প্রকাশ করা হয়। অর্থাৎ কোনো সিস্টেমের বিশৃঙ্খলার গাণিতিক প্রকাশকে এনট্রপি বলে। মহাবিশ্বের সিস্টেমে বিশৃঙ্খলা বেড়েই চলছে। অতএব, পৃথিবীর এনট্রপি বৃদ্ধি পাচ্ছে। এনট্রপি বৃদ্ধি পেতে পেতে যখন সর্বোচ্চ মানে পৌঁছাবে তখন সবকিছুর তাপমাত্রা একই হবে, ফলে তাপশক্তিকে আর যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তরিত করা সম্ভব হবে না। বিজ্ঞানীরা এ অবস্থাকে জগতের তাপীয় মৃত্যু বলে অভিহিত করেছেন।

08. রুদ্ধতাপীয় প্রসারণ এবং সংকোচনে অন্তঃস্থ শক্তির পরিবর্তন- ব্যাখ্যা কর। [JB'22]

উত্তর: কোনো গ্যাসকে চারিদিকে তাপ রোধক বস্তু দিয়ে ঘিরে ঐ গ্যাসকে যদি দ্রুত সংকুচিত করা হয়, তাহলে গ্যাসের উপর কিছু কাজ করা হবে। ফলে কিছু তাপ উৎপন্ন হবে। এ উৎপন্ন তাপ ঐ গ্যাসের মধ্যেই থেকে যাবে। এতে গ্যাসের অভ্যন্তরীণ শক্তি ও তাপমাত্রা বৃদ্ধি পাবে। এটিই রুদ্ধতাপীয় সংকোচন। যেমন- সাইকেলের টায়ারে হাওয়া ভরার সময় হাওয়া গরম বোধ হয়, যা রুদ্ধতাপীয় সংকোচনের ফল।

আবার যদি কোনো গ্যাসকে দ্রুত প্রসারিত করা হয় তাহলে গ্যাস তার অভ্যন্তরীণ শক্তির বিনিময়ে নিজেই কিছু কাজ করে ফলে গ্যাসের উষ্ণতা হ্রাস পায়। এটি রুদ্ধতাপীয় প্রসারণ। যেমন- সাইকেলের চাকা হঠাৎ ফেটে গেলে যে বাতাস বের হয় তা ঠাণ্ডা বোধ হয়, যা রুদ্ধতাপীয় প্রসারণের ফল।

যেহেতু রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় তাপের কোনো আদান প্রদান হয় না, তাই $dQ = 0$

অতএব, তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্র হতে পাওয়া যায়, $0 = dU + dW \Rightarrow dW = -dU$

অর্থাৎ, রুদ্ধতাপীয় প্রসারণে সিস্টেম কর্তৃক সম্পাদিত কাজ সিস্টেমের অন্তঃস্থ শক্তি দ্বারা সম্পাদিত হয় এবং সিস্টেমের অন্তঃস্থ শক্তি হ্রাস পায়। অর্থাৎ সিস্টেম শীতল হয়। আবার রুদ্ধতাপীয় সংকোচনের ক্ষেত্রে বাইরে থেকে শক্তি সরবরাহ করা হয় ফলে সিস্টেমের উপর কাজ করা হয় এবং সিস্টেমের অন্তঃস্থ শক্তি বৃদ্ধি পায়। অর্থাৎ সিস্টেমের তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায়। সুতরাং রুদ্ধতাপীয় সংকোচনে সিস্টেম উত্তপ্ত হয়।

09. জগতের এনট্রপি বৃদ্ধি পাচ্ছে- ব্যাখ্যা কর। [CB'22]

উত্তর: মহাবিশ্বের এনট্রপি চরমের দিকে অগ্রসর হচ্ছে।

আমরা জানি, অপ্রত্যাগামী প্রক্রিয়ায় এনট্রপি বৃদ্ধি পায় এবং মহাবিশ্বের অধিকাংশ প্রক্রিয়াই অপ্রত্যাগামী প্রক্রিয়া। বিভিন্ন বস্তুর মধ্যে তাপমাত্রার পার্থক্য থাকলে তাপের পরিবহন, বিকিরণ প্রভৃতি অপ্রত্যাগামী প্রক্রিয়াসমূহ অব্যাহতভাবে চলতে থাকে। ফলে মহাবিশ্বের এনট্রপি ক্রমাগত বেড়েই চলছে।

ধরা যাক, কোনো একটি সিস্টেমে দুটি বস্তু যথাক্রমে T_1 ও T_2 $(T_1 > T_2)$ তাপমাত্রায় আছে। যেহেতু $T_1 > T_2$, তাই এদের মধ্যে তাপের পরিবহন বা বিকিরণ ঘটবে। T_1 তাপমাত্রার বস্তুটি dQ পরিমাণ তাপ হারালে T_2 তাপমাত্রার বস্তুটি তা গ্রহণ করে।

সুতরাং গরম বস্তু কর্তৃক হারানো এনট্রপি $= \frac{dQ}{T_1}$ এবং শীতল বস্তু কর্তৃক গৃহীত এনট্রপি $= \frac{dQ}{T_2}$

সিস্টেমে অর্জিত মোট এনট্রপি, $dS = \frac{dQ}{T_2} - \frac{dQ}{T_1} = dQ\left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right)$ $T_1 > T_2$ বলে dS একটি ধনাত্মক রাশি। অর্থাৎ পরিবহন বা বিকিরণ প্রক্রিয়ায় এনট্রপি বৃদ্ধি পায়। অতএব বলা যায়, জগতের এনট্রপি ক্রমাগত বেড়েই চলছে।

10. কার্নোর ইঞ্জিনে দ্বিতীয় ধাপে তাপমাত্রা হ্রাস ঘটে কেন? [CB'22]

উত্তর: কার্নোর ইঞ্জিনে দ্বিতীয় ধাপে রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়া সংঘটিত হয়। এক্ষেত্রে প্রসারণের জন্য যে শক্তি প্রয়োজন হয় তা অভ্যন্তরীণ শক্তি হতেই ব্যয় হয়। কেননা, রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় বাইরের সাথে সিস্টেমের কোনো তাপের আদান-প্রদান হয় না। ফলে, সিস্টেমের তাপমাত্রা হ্রাস পায়।

11. কার্নোর ইঞ্জিনের কার্যনির্বাহক বস্তু পরিবর্তন করলে ঐ ইঞ্জিনের দক্ষতার কোনোরূপ পরিবর্তন হবে না কেন? ব্যাখ্যা কর। [Din.B'22]

উত্তর: কার্নো ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতার সমীকরণ হতে জানি,কর্মদক্ষতা, $\eta = \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) \times 100\%$

অর্থাৎ, কর্মদক্ষতা নির্ভর করে কেবলমাত্র তাপ গ্রাহকের তাপমাত্রা T_2 এবং তাপ উৎসের তাপমাত্রা T_1এর উপর। তাই, কার্নো ইঞ্জিনের কার্যনির্বাহক বস্তু পরিবর্তন করলে ঐ ইঞ্জিনের দক্ষতার কোনোরূপ পরিবর্তন হবে না।

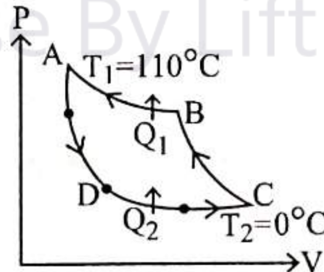
12. 'উষ্ণতামিতি পদার্থ হিসাবে পারদ ব্যবহার সুবিধাজনক'-ব্যাখ্যা কর। [MB'22, SB'21]

উত্তর: তাপমাত্রার পরিবর্তনে পদার্থের যে বিশেষ বিশেষ ধর্ম নিয়মিতভাবে পরিবর্তিত হয় এবং যে ধর্মের পরিবর্তন লক্ষ্য করে সহজে ও সঠিকভাবে তাপমাত্রা নির্ণয় করা যায় তাকে উষ্ণতামিতি ধর্ম এবং ঐ পদার্থকে উষ্ণতামিতিক পদার্থ বলে। পারদ একটি উত্তম উষ্ণতামিতিক পদার্থ, তাপমাত্রা পরিবর্তনে পারদের প্রসারণ এর উপর ভিত্তি করে পারদ থার্মোমিটার তৈরি করা হয়েছে। যখন তাপমাত্রার পরিবর্তন হয় তখন পারদের সংকোচন বা প্রসারণ ঘটে যা থেকে সহজেই তাপমাত্রা পরিমাপ করা যায়।

13. C_P, C_V এর চেয়ে বড় কি? ব্যাখ্যা কর। [DB'21; Ctg.B'21; BB'19]

উত্তর: কোনো নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন স্থির রেখে উত্তপ্ত করলে চাপ ও তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায় কিন্তু বাহ্যিক কাজ সম্পন্ন হয় না। কিন্তু চাপ স্থির রেখে উত্তপ্ত করলে আয়তন ও তাপমাত্রা উভয়ই বাড়ে। ফলে বাহ্যিক কাজ সম্পন্ন হয়। তাই স্থির আয়তনে 1 mol গ্যাসের তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করতে যে তাপের প্রয়োজন তা হতে স্থির চাপে ওই গ্যাসের তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করতে বেশি তাপের প্রয়োজন হয়। তাই $C_P > C_V$।

14. চিত্রে একটি ইঞ্জিনের P-V লেখচিত্র দেখানো হলো–



উদ্দীপকটি যে ইঞ্জিনের লেখচিত্র প্রকাশ করে তা ব্যাখ্যা কর। [DB'21]

উত্তর: উদ্দীপকটি কার্নো ইঞ্জিনের লেখচিত্রকে প্রকাশ করে। কার্নো ইঞ্জিন এমন একটি ইঞ্জিন যার কর্মদক্ষতা 100%। এটি চারটি স্তরে কাজ সম্পন্ন করে। একটি প্রত্যাগামী প্রক্রিয়ায় কার্যনির্বাহক বস্তু উৎস থেকে তাপ গ্রহণ করে একটি নির্দিষ্ট চাপ, আয়তন এবং তাপমাত্রা হতে আরম্ভ করে একটি সমোষ্ণ প্রসারণ ও একটি রুদ্ধতাপীয় প্রসারণ এবং একটি সমোষ্ণ সংকোচন ও একটি রুদ্ধতাপীয় সংকোচনের মাধ্যমে তাপের কিছু অংশ কাজে রূপান্তরিত করে এবং বাকি অংশ তাপ গ্রাহকে বর্জন করে আদি অবস্থায় ফিরে আসে।

[RB'21]

15. সমোষ্ণ পরিবর্তনের ক্ষেত্রে গ্যাসের আপেক্ষিক তাপ ব্যাখ্যা কর।

উত্তর: 1 mole গ্যাসের তাপমাত্রা 1 ডিগ্রি বাড়াতে যে পরিমাণ তাপের প্রয়োজন হয় তাকে ঐ গ্যাসের আপেক্ষিক তাপ বলে।

$C = \frac{\Delta Q}{\eta \Delta T}$

এখন সমোষ্ণ পরিবর্তনের ক্ষেত্রে $\Delta T = 0 \therefore C = \frac{\Delta Q}{n \times 0} = \infty$

∴ সমোষ্ণ পরিবর্তনের ক্ষেত্রে গ্যাসের আপেক্ষিক তাপ অসীম।

[Ctg.B'21]

16. তাপগতিবিদ্যায় P-V লেখচিত্রের ক্ষেত্রফল কী প্রকাশ করে? ব্যাখ্যা কর।

উত্তর: তাপগতিবিদ্যার P-V লেখচিত্রের ক্ষেত্রফল একটি নির্দিষ্ট প্রক্রিয়ায় কৃতকাজের মানকে নির্দেশ করে।

আমরা জানি, যেকোনো প্রক্রিয়ায়, $dW = PdV \Rightarrow W = \int PdV$

এখানে $\int PdV$ যোগজীকরণটি P বনাম V লেখচিত্রের ক্ষেত্রফল নির্দেশ করে। তাই বলা যায় যে, P-V লেখের ক্ষেত্রফল কৃতকাজ নির্দেশ করে।

[Ctg.B'21]

17. কোনো তাপগতীয় প্রক্রিয়ায় তাপ সম্পূর্ণরূপে কাজে পরিণত হয়– ব্যাখ্যা কর।

উত্তর: কোনো তাপগতীয় প্রক্রিয়ায় তাপ সম্পূর্ণরূপে কাজে পরিবর্তিত হলে সেটি সমোষ্ণ প্রক্রিয়া হবে। আমরা জানি, যে প্রক্রিয়ায় তাপমাত্রা স্থির থাকে বা অন্তঃস্থ শক্তির পরিবর্তন হয় না তাকে সমোষ্ণ প্রক্রিয়া বলে।

তাপগতিবিদ্যার সূত্র অনুযায়ী, $dQ = dU + dW$

যেখানে dQ হলো গৃহীত তাপ এবং dU ও dW হলো যথাক্রমে অন্তঃস্থ শক্তির পরিবর্তন ও কৃতকাজ।

এখানে, $dU = 0$ হলে, $dQ = dW$ হয় অর্থাৎ সম্পূর্ণ তাপ কাজে পরিণত হয়।

18. জগতের তাপীয় মৃত্যুর জন্য দায়ী এনট্রপি– ব্যাখ্যা কর। [SB'21; Din.B'21; Ctg.B'16]

উত্তর: সকল স্বতঃস্ফূর্ত পরিবর্তন সর্বদা সাম্যাবস্থার দিকে ধাবিত করে অর্থাৎ স্বতঃস্ফূর্ত পরিবর্তনে এনট্রপি বৃদ্ধি পায়। পৃথিবীর সকল বস্তুই সাম্যবস্থা পেতে চায়, এজন্য প্রতিনিয়ত পৃথিবীর এনট্রপি বাড়ছে এবং অসীমের দিকে ধাবিত হচ্ছে। এনট্রপির বৃদ্ধি যখন সর্বোচ্চ মানে পৌঁছাবে তখন সবকিছুর তাপমাত্রা এক হয়ে যাবে। ফলে তাপশক্তিকে আর যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তরিত করা যাবে না অর্থাৎ জগতের তাপীয় মৃত্যু ঘটবে।

19. তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্রটি শক্তির নিত্যতার একটি বিশেষ রূপ মাত্র– ব্যাখ্যা কর। [BB'21; BB'15]

উত্তর: যদি তাপ ও কাজের মধ্যে সম্পূর্ণরূপে পারস্পরিক রূপান্তর সম্ভব হয় তবে কাজ, তাপের সমানুপাতিক। অর্থাৎ, $W \propto Q$।

কিন্তু কোনো সিস্টেমে তাপ সরবরাহ করা হলে এর সবটাই কাজে রূপান্তরিত হয় না, এর কিছু অংশ সিস্টেমের অন্তঃস্থ শক্তি বৃদ্ধিতে ব্যয় হয়। কোনো সিস্টেম Q পরিমাণ তাপ গ্রহণ করে যদি অন্তঃস্থ শক্তি বৃদ্ধি ΔU এবং সিস্টেম কর্তৃক পরিবেশের উপর সম্পাদিত কাজ W হয় এবং তাপ ও কাজ একই এককে হলে-

$Q = \Delta U + W$

সুতরাং, তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্র শক্তির নিত্যতার সূত্রের বিশেষ রূপ।

20. রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় এনট্রপি স্থির থাকে- ব্যাখ্যা কর। [BB'21]

উত্তর: রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় সিস্টেম থেকে তাপ বাইরে যায় না বা বাইরে থেকে তাপ সিস্টেমে প্রবেশ করে না। অর্থাৎ, $dQ = 0$। আমরা জানি, এনট্রপি হচ্ছে তাপীয় বিশৃঙ্খলার পরিমাপ এবং কোনো একটি নির্দিষ্ট প্রক্রিয়ায় এনট্রপির পরিবর্তন, $dS = \frac{dQ}{T}$।

এখানে, $dQ = 0$ হলে, $dS = 0$ অর্থাৎ এনট্রপির পরিবর্তন শূন্য, যা নির্দেশ করে প্রক্রিয়াটির আদি ও চূড়ান্ত এনট্রপির পরিমাপ একই। তাই রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় এনট্রপি স্থির থাকে।

21. দু'টি বরফখণ্ড একটির উপর অপরটি চেপে ধরলে তা একটি খণ্ডে পরিণত হয় কেন? [JB'21]

উত্তর: যখন একটি বরফখণ্ড এর উপর আরেকটি বরফখণ্ড রেখে চাপ দেওয়া হয় তখন খণ্ডদ্বয়ের সংযোগস্থলে বরফের গলনাঙ্ক কমে যায় ফলে সংযোগস্থলের বরফ গলে পানির একটি পাতলা স্তর তৈরি করে। চাপমুক্ত হওয়ার পর গলনাঙ্ক আবার 0°C হয়। ফলে মধ্যবর্তী পানির স্তর জমে যায় এবং বরফখণ্ডদ্বয় জোড়া লেগে একটি খণ্ডে পরিণত হয়।

22. সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় গ্যাস দ্বারা সম্পাদিত কাজ সরবরাহকৃত তাপশক্তির সমান হয়, ব্যাখ্যা কর। [JB'21]

উত্তর: তাপগতিবিদ্যার সূত্রানুযায়ী: $\Delta Q = \Delta U + \Delta W$

সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় তাপমাত্রা (T) স্থির থাকে। ফলে $\Delta T = 0$ হয়। আবার, অভ্যন্তরীণ শক্তির পরিবর্তন, $\Delta U = nC_v\Delta T$।

তাই $\Delta U = 0$ হয়। ফলে $\Delta Q = \Delta W$। অর্থাৎ সরবরাহকৃত সম্পূর্ণ তাপশক্তি গ্যাস দ্বারা সম্পাদিত কাজে ব্যয় হয়।

23. তাপগতিবিদ্যার শূন্যতম সূত্র হতে কীভাবে তাপমাত্রার ধারণা পাওয়া যায়– ব্যাখ্যা কর। [CB'21, Din.B'21]

উত্তর: তাপগতিবিদ্যার শূন্যতম সূত্র অনুযায়ী দুটি বস্তু যদি তৃতীয় কোনো বস্তুর সাথে তাপীয় সাম্যাবস্থায় থাকে তবে প্রথমোক্ত বস্তুদ্বয় পরস্পরের সাথে তাপীয় সাম্যাবস্থায় থাকবে। এখানে তাপীয় সাম্যাবস্থা বলতে এমন একটি অবস্থাকে বুঝানো হয়েছে যখন এদের মধ্যে কোনো তাপীয় আদান প্রদান হয় না। এর থেকে ধারণা করা যায় বস্তুসমূহের মধ্যে কোনো একটি ভৌত পরিমাপ বিদ্যমান, যা সমান হলে বস্তুসমূহ তাপীয় আদান-প্রদান করে না। এই ভৌত পরিমাপটিই হলো তাপমাত্রা, যার ধারণা শূন্যতম সূত্র হতে এসেছে।

24. প্রকৃতিতে স্বাভাবিক নিয়মে সংঘটিত সকল তাপগতীয় প্রক্রিয়াই অপ্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়া- ব্যাখ্যা কর। [CB'21]

উত্তর: যে প্রক্রিয়ায় সম্মুখবর্তী-বিপরীতমুখী প্রতি স্তরে তাপ ও কাজের ফলাফল সমান ও বিপরীত হয় না তাকে অপ্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়া বলে। স্বতঃস্ফূর্ত পরিবর্তনগুলো সর্বদা একটি নির্দিষ্ট দিকে পরিচালিত হয়। যেমন, তাপ উচ্চ তাপমাত্রা থেকে নিম্ন তাপমাত্রার দিকে সঞ্চালিত হয়। এ ঘটনাটি স্বাভাবিকভাবে বিপরীত দিকে প্রত্যাবর্তন করে আদি অবস্থায় যায় না। তাই স্বাভাবিক নিয়মে সকল তাপগতীয় প্রক্রিয়া অপ্রত্যাবর্তী।

25. রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় পাত্রের দেওয়াল অপরিবাহী রাখা হয় কেন? [MB'21]

উত্তর: যে প্রক্রিয়ায় সিস্টেম তাপ গ্রহণ অথবা তাপ বর্জন করে না তাকে রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়া বলে অর্থাৎ রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় কোনো তাপ বাহির হতে সরবরাহ করা হয় না বা অপসারণ করা হয় না। রুদ্ধতাপীয় পরিবর্তনে পাত্রের দেওয়াল অপরিবাহী রাখা হয় যাতে বাইরের সাথে তাপ আদান-প্রদানের কোনো সুযোগ না থাকে।

26. কীভাবে ইঞ্জিনের দক্ষতা বৃদ্ধি করা যায়? ব্যাখ্যা কর। [MB'21]

উত্তর: আমরা জানি, ইঞ্জিনের দক্ষতা, $\eta = \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) \times 100\%$

যেখানে, T_2 = নিম্ন তাপধারের তাপমাত্রা

T_1 = উচ্চ তাপধারের তাপমাত্রা

এখন $\frac{T_2}{T_1}$এর অনুপাত 1 থেকে যত ছোট হবে η অর্থাৎ দক্ষতা তত বেশি হবে বা $\frac{T_2}{T_1} < 1 \Rightarrow T_2 < T_1$

অর্থাৎ নিম্ন তাপধারের তাপমাত্রা কমিয়ে বা উচ্চ তাপধারের তাপমাত্রা বাড়িয়ে অথবা উভয় প্রয়োগ করে দক্ষতা বাড়ানো যায়।

27. সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় $\mathbf{dW = dQ}$ কেন? ব্যাখ্যা কর। [DB'19]

উত্তর: সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় তাপমাত্রা স্থির থাকে। ফলে অভ্যন্তরীণ শক্তির পরিবর্তন (dU) শূন্য।

তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্র হতে, $dQ = dU + dW$; সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় $dU = 0 \therefore dQ = dW$

28. P - V লেখচিত্রে রুদ্ধতাপীয় রেখাকে সম-এনট্রপি রেখা বলা হয় কেন? [JB'19, RB'19]

উত্তর: আমরা জানি, এনট্রপি পরিবর্তন $dS = \frac{dQ}{T}$ যেখানে, dQ হচ্ছে তাপের পরিবর্তন এবং T হচ্ছে তাপমাত্রা। রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় তাপের আদান-প্রদান শূন্য, তাই $dQ = 0$। তাই এনট্রপির পরিবর্তনও শূন্য অর্থাৎ এ প্রক্রিয়ায় এনট্রপি ধ্রুবক থাকে। তাই P-V লেখচিত্রে রুদ্ধতাপীয় রেখাকে সম-এনট্রপি রেখা বলা হয়।

29. রুদ্ধতাপীয় প্রসারণে সিস্টেম শীতল হয়-ব্যাখ্যা কর।

উত্তর: তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্র হতে, $dQ = dU + dW$; রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায়, $dQ = 0$

রুদ্ধতাপীয় প্রসারণের ক্ষেত্রে সিস্টেম কাজ করায় dW ধনাত্মক। সুতরাং, $dU = -dW$; dU ঋণাত্মক।

অভ্যন্তরীণ শক্তির হ্রাস মূলত তাপমাত্রা হ্রাস পেলে ঘটে। অর্থাৎ রুদ্ধতাপীয় প্রসারণে সিস্টেম শীতল হয়।

30. কার্নো ইঞ্জিনকে প্রত্যাগামী ইঞ্জিন বলা হয় কেন? [CB'19]

উত্তর: প্রত্যাগামী প্রক্রিয়া বিপরীতমুখী হয়ে প্রত্যাবর্তন করে আদি অবস্থায় ফেরত আসতে পারে। প্রত্যাগামী প্রক্রিয়া সম্পন্ন করার পূর্বশর্ত হচ্ছে কোনো তাপশক্তি অপচয় বা ক্ষয় হওয়া যাবে না। কার্নো চক্রে ঘর্ষণহীন পিস্টন ও সিলিন্ডার ব্যবহৃত হয়। কার্যকরী পদার্থের উপর প্রযুক্ত প্রক্রিয়াগুলো খুব ধীরে সংঘটিত হয় এবং পিস্টন ও সিলিন্ডারে আদর্শ তাপ সুপরিবাহী ও তাপ অন্তরক ব্যবহৃত হয় এবং তাপ উৎস ও তাপগ্রাহকের উপাদান এমন অতি উচ্চ তাপগ্রাহিতাযুক্ত করা হয় যে, সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় প্রকৃতপক্ষেই তাপমাত্রা স্থির থাকে। তাই একটি চক্র শেষে সিস্টেম ও পরিপার্শ্বের কোনোরূপ নিট পরিবর্তন না করেই উভয়েই প্রাথমিক অবস্থায় ফিরে যেতে পারে। তাই কার্নো ইঞ্জিনকে প্রত্যাগামী ইঞ্জিন বলা হয়।

31. বডি-স্প্রে ব্যবহারের সময় ঠান্ডা অনুভূত হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। [Din.B'19]

উত্তর: বডি-স্প্রের নল দিয়ে স্প্রে বের হওয়ার সময় খুব কম সময়ে এর স্প্রের উপর প্রযুক্ত চাপের মান খুব দ্রুত কমে যায়। এ প্রক্রিয়াটি মূলত রুদ্ধতাপীয় প্রসারণ প্রক্রিয়ার ন্যায়। এর ফলে স্প্রের আয়তন সম্প্রসারণজনিত শক্তি স্প্রের অন্তঃস্থ শক্তি হতে আসে। ফলে স্প্রের অন্তঃস্থ শক্তি কমে যায়, ফলে তাপমাত্রাও কমে যায়। এ কারণে বডি-স্প্রে ব্যবহারে সময় ঠান্ডা অনুভূত হয়।

32. তাপের পরিবহন অপ্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়া কেন? ব্যাখ্যা কর। [DB'17]

উত্তর: যে প্রক্রিয়া সম্মুখগামী হয়ে প্রত্যাবর্তন করে না তাকে অপ্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়া বলে। তাপ সর্বদা উচ্চ তাপমাত্রার বস্তু হতে নিম্ন তাপমাত্রার বস্তুর দিকে গমন করলেও কখনো নিম্ন তাপমাত্রার বস্তু হতে উচ্চ তাপমাত্রার বস্তুর দিকে গমন করে না। ফলে তাপ পরিবহন সর্বদা অপ্রত্যাবর্তী।

33. রুদ্ধতাপীয় সংকোচনে সিস্টেমের অভ্যন্তরীণ শক্তি বৃদ্ধি পায় কেন? [RB'17; SB'15]

উত্তর: রুদ্ধতাপীয় প্রসারণের সময় সিস্টেম কর্তৃক সম্পাদিত কাজ সিস্টেমের অভ্যন্তরীণ শক্তি দ্বারা সম্পাদিত হয় বলে সিস্টেমের অভ্যন্তরীণ শক্তি তথা তাপমাত্রা হ্রাস পায়। কিন্তু রুদ্ধতাপীয় সংকোচনের সময় বাইরে থেকে শক্তি সরবরাহ করে সিস্টেমের ওপর কাজ সম্পাদিত হয় বলে সিস্টেমের অভ্যন্তরীণ শক্তি বৃদ্ধি পায়। ফলে সিস্টেমের অভ্যন্তরীণ তাপমাত্রাও বৃদ্ধি পায়।

34. গ্যাসের মোলার আপেক্ষিক তাপ **20.8 J mole^{-1}K^{-1}** বলতে কী বোঝায়? [BB'17]

উত্তর: গ্যাসের মোলার আপেক্ষিক তাপ 20.8 Jmole^{-1}K^{-1} বলতে বোঝায় এক মোল গ্যাসের তাপমাত্রা এক কেলভিন বৃদ্ধি করতে 20.8J তাপের প্রয়োজন।

35. ক্লিনিক্যাল থার্মোমিটারের **0°F** থেকে দাগ কাটা থাকে না কেন? ব্যাখ্যা কর। [CB'17]

উত্তর: ক্লিনিক্যাল বা ডাক্তারি থার্মোমিটার যা মানবদেহের তাপমাত্রা বা জ্বর পরিমাপের জন্য ব্যবহার করা হয়। এটি সাধারণত ফারেনহাইট স্কেলে দাগাঙ্কিত থাকে। মানবদেহের তাপমাত্রা 95°F থেকে 110°F এর মধ্যে থাকে বলে, এই থার্মোমিটারের গায়ে সাধারণত 95°F থেকে 110°F দাগ কাটা থাকে। 0°F থেকে দাগ কাটা থাকে না।

◆ CQ: সম্ভাব্য অনুধাবনমূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. কার্নো ইঞ্জিনের দক্ষতা 100% হওয়া সম্ভব নয় কেন?

উত্তর: কার্নো ইঞ্জিনের দক্ষতা, $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$। এই সমীকরণে $T_1 > (T_1 - T_2)$ থেকে দেখা যায় কার্নো ইঞ্জিনের দক্ষতা শুধুমাত্র উৎস ও তাপগ্রাহকের তাপমাত্রার উপর নির্ভর করে। উৎস ও তাপগ্রাহকের মধ্যে তাপমাত্রার পার্থক্য যত বেশি হবে দক্ষতাও তত বৃদ্ধি পাবে। এখন $\eta = 100\%$ হতে পারে যদি $T_2 = 0$ হয়। অর্থাৎ পরম শূন্য তাপমাত্রায় এটি সম্ভব। কিন্তু কোনো বস্তুর তাপমাত্রাকে কখনই 0 K-এ নামানো যায় না। ফলে কার্নো ইঞ্জিনও 100% দক্ষ হতে পারে না।

02. প্রত্যাগামী প্রক্রিয়ায় এনট্রপি স্থির থাকে কেন?

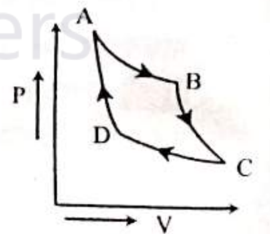
উত্তর: কার্নো চক্র থেকে দেখা যায় যে, AB ও CD দুটি সমোষ্ণ সম্প্রসারণ ও সংকোচন রেখা। অন্যদিকে BC ও DA দুটি রুদ্ধতাপীয় সম্প্রসারণ ও সংকোচন রেখা বলে তাপের কোনো পরিবর্তন হয় না।

AB সমোষ্ণ রেখা বরাবর এনট্রপির পরিবর্তন, $= \frac{Q_1}{T_1}$

CD সমোষ্ণ রেখা বরাবর এনট্রপির পরিবর্তন, $= \frac{-Q_2}{T_2}$

∴ কার্যনির্বাহক বস্তুর মোট এনট্রপির পরিবর্তন $= \frac{Q_1}{T_1} - \frac{Q_2}{T_2}$

কিন্তু কার্নো চক্রে $= \frac{Q_1}{T_1} = \frac{Q_2}{T_2}$ ∴ মোট এনট্রপির পরিবর্তন, $dS = \frac{Q_1}{T_1} - \frac{Q_2}{T_2} = 0$



তাই প্রত্যাগামী বা প্রত্যাবর্তী চক্রে এনট্রপি স্থির থাকে।

03. গ্যাস প্রসারণে সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় কৃতকাজ সমচাপ প্রক্রিয়ায় কৃতকাজ অপেক্ষা বৃহত্তর কেন?

উত্তর: সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় সিস্টেমের তাপমাত্রা স্থির থাকে বলে অন্তঃস্থ শক্তির কোনো পরিবর্তন হয় না।

∴ সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় $du = 0$; সুতরাং তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্রানুযায়ী $dQ = 0 + dW = dW$। অর্থাৎ সরবরাহকৃত তাপশক্তি সম্পূর্ণরূপে কাজ সম্পাদনে ব্যয় হয়। অন্যদিকে, সমচাপ প্রক্রিয়ায় কিছু তাপশক্তি অন্তঃস্থ শক্তি বৃদ্ধি করতে ব্যয় হয়। ফলে, কৃতকাজের পরিমাণ কম হয়।

04. জগতের তাপীয় মৃত্যু বলতে কী বুঝ?

উত্তর: তাপ সঞ্চালনের ক্ষেত্রে দেখা যায় যে, তাপ প্রবাহের দিক এমন হবে যেন এনট্রপি বৃদ্ধি পায়। প্রকৃতিতে সবকিছুই সাম্যাবস্থা পেতে চেষ্টা করে। একটি সিস্টেম যতই সাম্যাবস্থার দিকে এগিয়ে যায় ততই তার কাছ থেকে কাজ পাওয়ার সম্ভাবনা কমে যায়, সাম্যাবস্থায় পৌছালে সিস্টেম থেকে আর কোনো কাজই পাওয়া যাবে না। সিস্টেমের এই শক্তির রূপান্তরের অক্ষমতা বা অসম্ভাব্যতাই হচ্ছে এনট্রপি। সাম্যাবস্থায় এনট্রপি সবচেয়ে বেশি হয়। অর্থাৎ যখন কোনো সিস্টেম থেকে আর কাজ পাওয়া যায় না তখন তার এনট্রপি হয় সর্বাধিক। যেহেতু প্রকৃতিতে সবকিছুই সাম্যাবস্থা পেতে চায়, তাই বলা যায় যে, জগতে এনট্রপি ক্রমাগত বাড়ছে। জগতের এনট্রপি যখন সর্বোচ্চে পৌছাবে তখন সব কিছুর তাপমাত্রা এক হয়ে যাবে। ফলে তাপশক্তিকে আর যান্ত্রিক শক্তিতে রপান্তরিত করা যাবে না। এই অবস্থাকে জগতের তথাকথিত তাপীয় মৃত্যু নামে অভিহিত করা হয়েছে।

05. গ্যাসের ক্ষেত্রে দুটি আপেক্ষিক তাপ থাকে কেন?

উত্তর: গ্যাসের ক্ষেত্রে তাপ প্রয়োগ করা হলে উষ্ণতার সাথে সাথে গ্যাসের চাপ অথবা আয়তন অথবা উভয়ই পরিবর্তিত হয়। তাই কোন নির্দিষ্ট পরিমাণ গ্যাসের তাপমাত্রা একই পরিমাণ বৃদ্ধি করতে বিভিন্ন ক্ষেত্রে প্রয়োজনীয় তাপের পরিমাণ ও বিভিন্ন হয়। সেজন্য গ্যাসের ক্ষেত্রে দুই ধরণের আপেক্ষিক তাপ গুরুত্বপূর্ণ-

(i) স্থির চাপে গ্যাসের মোলার আপেক্ষিক তাপ। (ii) স্থির আয়তনে গ্যাসের মোলার আপেক্ষিক তাপ।

06. অপ্রত্যাবর্তী বা অপ্রত্যাগামী প্রক্রিয়ায় এনট্রপি বৃদ্ধি পায় কেন?

উত্তর: মনে করি, তাপ উৎসের তাপমাত্রা $T_1 K$ এবং তাপ গামলার তাপমাত্রা $T_2 K$ । একটি অপ্রত্যাবর্তক ইঞ্জিন T_1 তাপমাত্রায় Q_1 পরিমাণ তাপ শোষণ করে এবং T_2 তাপমাত্রায় Q_2 পরিমাণ তাপ বর্জন করে। তখন ঐ ইঞ্জিনের কর্মক্ষমতা, $\eta' = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$

কিন্তু T_1 এবং T_2 তাপমাত্রার মধ্যে কার্যত প্রত্যাবর্তক ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা, $\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$

কার্নোর উপপাদ্য থেকে আমরা জানি, $\eta > \eta'$ অর্থাৎ $\frac{T_1 - T_2}{T_1} > \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$

$1 - \frac{T_2}{T_1} > 1 - \frac{Q_2}{Q_1} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} < \frac{Q_2}{Q_1} \Rightarrow \frac{Q_2}{T_2} > \frac{Q_1}{T_1} \Rightarrow \frac{Q_2}{T_2} - \frac{Q_1}{T_1} > 0$। অর্থাৎ অপ্রত্যাবর্তী বা অপ্রত্যাগামী প্রক্রিয়ায় এনট্রপি বৃদ্ধি পায়।

07. বদ্ধ ঘরে ফ্যান চালালে ঘরের এন্ট্রপির কিরূপ পরিবর্তন হবে?

উত্তর: যখন বদ্ধ ঘরে ফ্যান চালানো হয় তখন ঘরের কাগজ জাতীয় দ্রব্যাদি এলোমেলো হয়ে যায় অর্থাৎ বিশৃঙ্খলা সৃষ্টি হয়। কিন্তু ফ্যানকে উল্টো দিকে ঘুরালে তা আর ফিরে আসে না অথবা শৃঙ্খল হয় না। তাই ঘরের এনট্রপি বৃদ্ধি পাবে।

08. সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় অভ্যন্তরীণ শক্তির পরিবর্তন হয় না কেন?

উত্তর: সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় সিস্টেমের তাপমাত্রা স্থির থাকে বলে অন্তঃস্থ শক্তির কোনো পরিবর্তন হয় না।

$\therefore$ সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় $du = 0$; সুতরাং তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্রানুযায়ী $dQ = 0 + dW = dW$।

অর্থাৎ সরবরাহকৃত তাপশক্তি সম্পূর্ণরূপে কাজ সম্পাদনে ব্যয় হয়।

09. $C_p > C_v$ – ব্যাখ্যা কর।

উত্তর: একটি নির্দিষ্ট ভরের কোনো গ্যাসের আয়তন স্থির রেখে তাকে উত্তপ্ত করতে থাকলে তার চাপ ও তাপমাত্রা উভয়ই বৃদ্ধি পায়। কিন্তু আয়তন স্থির থাকায় ঐ গ্যাস বাহ্যিক কোনো কাজ করে না। ফলে সম্পূর্ণ তাপ গ্যাসের চাপ ও তাপমাত্রা পরিবর্তনেই ব্যয় হয়। আবার চাপ স্থির রেখে গ্যাসটিকে উত্তপ্ত করতে থাকলে তার আয়তন ও তাপমাত্রা উভয়ই বৃদ্ধি পায়। ফলে প্রযুক্ত তাপ একদিকে গ্যাসের তাপমাত্রা বৃদ্ধি করে এবং অপরদিকে বাহ্যিক চাপের বিরুদ্ধে গ্যাসের আয়তন বৃদ্ধি করে কিছু কাজ সম্পন্ন করে। সুতরাং স্থির আয়তনে 1 মোল গ্যাসের তাপমাত্রা 1K পর্যন্ত বৃদ্ধি করতে যে তাপের প্রয়োজন হবে স্থির চাপে ঐ গ্যাসের তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করতে তা অপেক্ষা কিছু বেশি তাপের প্রয়োজন হবে। কেননা দ্বিতীয় ক্ষেত্রে বাহ্যিক চাপের বিরুদ্ধে কাজ করে আয়তন বৃদ্ধি করতে কিছু অতিরিক্ত তাপ লাগবে। অর্থাৎ $C_P = C_V +$ বাহ্যিক চাপের বিরুদ্ধে কাজের সমতুল তাপ। সুতরাং $C_P > C_V$।

10. রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় গ্যাসকে সংনমিত করলে এর তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায়- এর কারণ কী?

উত্তর: রূদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় গ্যাসকে সংনমিত করলে তাপমাত্রা বেড়ে যায় এবং প্রসারিত করলে তাপমাত্রা কমে যায়। অর্থাৎ রুদ্ধতাপীয় গ্যাস কোনো তাপ গ্রহণ বা বর্জন না করলেও গ্যাসের অন্তঃস্থ শক্তি স্থির থাকে না। যখন গ্যাসকে সংনমিত করা হয় তখন গ্যাসের ওপর কাজ সম্পাদিত হয়। এতে গ্যাসের শক্তি বৃদ্ধি পায়। অর্থাৎ গ্যাসের অন্তঃস্থ শক্তির বৃদ্ধি ঘটে। কারণ এক্ষেত্রে গ্যাস তাপ বর্জন করতে পারে না। তাই এ রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় গ্যাসকে সংনমিত করলে এর তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায়।

প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতামূলক সৃজনশীল প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

◆ **CQ:** বিগত বছরসমূহের বোর্ড পরীক্ষার প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতামূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. **$0°C$** তাপমাত্রার **0.07 kg** বরফকে একটি নির্দিষ্ট উচ্চতা থেকে ফেলে দেয়া হলো। এতে বিভব শক্তির **55%** তাপে রূপান্তরিত হলো এবং এই তাপ সমস্ত বরফকে গলিয়ে দিলো। কিছু সময় পর বরফগলা পানির তাপমাত্রা **$5°C$** এ উন্নীত হলো। দেয়া আছে, বরফ গলনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ **3.36×10^5 J kg^{-1}** এবং পানির আপেক্ষিক তাপ **4200 Jkg^{-1}K^{-1}**। [DB'22]

(গ) বরফ খণ্ডটি কত উচ্চতা থেকে ফেলা হয়েছিল? ৩

(ঘ) বরফ গলন এবং বরফগলা পানির তাপমাত্রা বৃদ্ধি কোন ক্ষেত্রে পরিবেশের উপর অধিক প্রভাব পড়বে? এনট্রপির আলোকে ব্যাখ্যা কর। ৪

উত্তর

গ. বিভবশক্তি, $E_p = mgh$.

সমস্ত বরফ গলে গেলে বলা যায়, উৎপন্ন তাপশক্তি $= ml_f$

প্রশ্নমতে, $mgh \times 55\% = ml_f$

$\Rightarrow 9.8 \times h \times 55\% = 3.36 \times 10^5$

$\therefore h = 62.337$km. **(Ans)**

$m = 0.07$ kg
$g = 9.8\text{ms}^{-2}$
$l_f = 3.36 \times 10^5$ Jkg^{-1}
$h = ?$

ঘ. বরফ গলন এর ক্ষেত্রে,

বরফের ভর, $m = 0.07$ kg

বরফ গলনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ, $l_f = 3.36 \times 10^5$ Jkg^{-1}

গৃহীত তাপ, $dQ = ml_f = 0.07 \times 3.36 \times 10^5 = 23520$ J

তাপমাত্রা, $T = (0 + 273) = k$

বরফ গলনের ক্ষেত্রে এনট্রপির পরিবর্তন, $dS_1 = \frac{dQ}{T} = \frac{ml_f}{T} = 86.1538\text{JK}^{-1}$ **(Ans)**

বরফগলা পানির ক্ষেত্রে, $T_1 = 273$ K $\Delta\theta = 5°C = 5K$

$T_2 = (273 + 5)K = 278$ K

পানির আপেক্ষিক তাপ, $S = 4200$ Jkg^{-1} K^{-1}

$\therefore$ বরফগলা পানির ক্ষেত্রে এনট্রপির পরিবর্তন, $dS_2 = ms\ln\frac{T_2}{T_1} = 0.07 \times 4200 \times \ln\frac{278}{273} = 5.336$ JK^{-1} **(Ans.)**

কোনো সিস্টেমের এনট্রপি বাড়ার সাথে সাথে কাজ পাওয়ার সম্ভাবনা কমে যায় এবং সিস্টেমের বিশৃঙ্খলা সৃষ্টি হয়। দেখা যাচ্ছে, $dS_1 > dS_2$ তাই বলা যায় পরিবেশের উপর অধিক প্রভাব পড়বে বরফ গলনের ক্ষেত্রে।

02. আদর্শ তাপমাত্রা ও চাপে একটি সিলিন্ডারে এক মোল হিলিয়াম গ্যাস রাখা আছে। পরবর্তীতে উক্ত হিলিয়ামের আয়তন প্রথমে সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় এবং পরে রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় **1.5** গুণ করা হলো। [RB'22]

(গ) রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় গ্যাসটির চূড়ান্ত চাপ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপক অনুযায়ী কোন প্রক্রিয়ায় বেশি কাজ সম্পন্ন হয়েছে? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে বুঝিয়ে দাও। ৪

উত্তর

গ. আদর্শ তাপমাত্রা ও চাপে এক মোল হিলিয়াম গ্যাসকে সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় 1.5 গুণ করা হলো।

এখানে, $P_1 = 1.013 \times 10^5$ Pa

$V_1 = V$

$P_2 = ?$

$V_2 = 1.5$ V

আমরা জানি, $P_1V_1 = P_2V_2 \Rightarrow 1.013 \times 10^5 \times V = P_2 \times 1.5V$

$\therefore P_2 = 67533.33$ Pa

আবার, রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ার 1.5 গুণ করা হয়।

$P_2 = 67533.33$ Pa

$V_2 = V'$

$P_3 = ?$

$V_3 = 1.5V'$

$P_2V_2^\gamma = P_3V_3^\gamma \Rightarrow 67533.33 \times (v')^\gamma = P_3 \times (1.5v')^\gamma$ [এক পারমাণবিক গ্যাসের ক্ষেত্রে (He গ্যাস), $\gamma = 1.67$]

$\therefore P_3 = 67533.33 \times \left(\frac{1}{1.5}\right)^{1.67} = 34311.978$ Pa **(Ans)**

ঘ. সামোষ্ণ প্রক্রিয়ার ক্ষেত্রে,

কৃতকাজ, $W = nRT\ln\frac{V_2}{V_1}$

$= 1 \times 8.31 \times 273 \ln\left(\frac{1.5}{1}\right)$

$= 919.85$ J

$T = 273$ K
$R = 8.31\ JK^{-1}mol^{-1}$
$n = 1$ mole
$V_2 = 1.5$ V
$V_1 = v$

অন্যদিকে, রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় কৃতকাজ, $W' = \frac{nR}{1-\gamma}[T_2 - T_1]$

এখন,

আমরা জানি, $T_1v_2^{\gamma-1} = T_2v_3^{\gamma-1}$

$\Rightarrow 273 \times \left(\frac{V'}{1.5V'}\right)^{1.67-1} = T_2$

$\therefore T_2 = 208.056$ K

$T_1 = 273$ K
$T_2 = ?$
$V_2 = V'$
$V_3 = 1.5V'$
$r = 1.67$

এখন, $W' = \frac{nR}{1-\gamma}(T_2 - T_1) = \frac{1\times8.31}{1-1.67}(208.056 - 273) = 805.5$ J

$\therefore$ দেখা যাচ্ছে যে, সমোষ্ণ প্রক্রিয়ার কৃতকাজ, W > রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ার কৃতকাজ W' **(Ans)**

03. তাপ সুপরিবাহী ও অপরিবাহী পদার্থের তৈরি দুটি ঘর্ষণহীন পিস্টনযুক্ত সিলিন্ডারে 3×10^5 **Pa** চাপে ও **750 K** তাপমাত্রায় **1 mol** নাইট্রোজেন গ্যাস আছে। অতঃপর উভয় সিলিন্ডারে চাপের পরিমাণ অর্ধেক করা হলো। নাইট্রোজেনের ক্ষেত্রে $\gamma = 1{\cdot}4$ এবং $R = 8.31\ Jmol^{-1}K^{-1}$. **[Ctg.B'22]**

(গ) অপরিবাহী সিলিন্ডারের চূড়ান্ত তাপমাত্রা নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) সিলিন্ডারদ্বয়ের মধ্যে কৃতকাজের তুলনা কর। ৪

উত্তর

গ. অপরিবাহী সিলিন্ডারের ক্ষেত্রে, $dQ = 0$

অর্থাৎ, এটি রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়া।

$P_1 = 3 \times 10^5$ Pa

$T_1 = 750$ K; $\gamma = 1.4$

$P_2 = \frac{P_1}{2} = 1.5 \times 10^5$ Pa

$T_2 = ?$

আমরা জানি, $T_1P_1^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = T_2P_2^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} \Rightarrow 750 \times \left(\frac{3\times10^5}{1.5\times10^5}\right)^{\frac{1-1.4}{1.4}} = T_2 \therefore T_2 = 615.25$ K **(Ans.)**

ঘ. পিস্টন তাপ সুপরিবাহী হলে সিলিন্ডারটিতে, সমোষ্ণ প্রক্রিয়া সংগঠিত হবে।

$T = 750$ K

$n = 1$ mol

$R = 8.31\ JK^{-1}mol^{-1}$

$P_1 = P$
$P_2 = \frac{P}{2}$

এখন, সমোষ্ণ প্রক্রিয়ার ক্ষেত্রে, $P_1V_1 = P_2V_2 \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = 2$

$\therefore$ প্রথম সিলিন্ডারটির ক্ষেত্রে,

কৃতকাজ, $W_1 = nRT\ln\frac{V_2}{V_1} = 1 \times 8.31 \times 750 \ln 2 = 4320.04$ J

অপরিবাহী পদার্থের ক্ষেত্রে,

$T_1 = 750$ K

$T_2 = 615.25$ K ('c' হতে প্রাপ্ত)

$\gamma = 1.4$

$\therefore$ কৃতকাজ, $W_2 = \frac{nR}{\gamma-1}[T_1 - T_2] = \frac{1\times8.31}{1.4-1}(750 - 615.25) = 2799.4$ J

$\therefore \frac{W_1}{W_2} = \frac{4320.04}{2799.4} = 1.54$ অর্থাৎ, $W_1 = 1.54\, W_2$

তাই বলা যায় সিলিন্ডারদ্বয়ের মধ্যে কৃতকাজ তাপপরিবাহীতে বেশি হবে।

04. একজন ফুটবলার অনুশীলন করার সময় হঠাৎ লক্ষ্য করল যে, ফুটবলটি ফেটে বাতাস বের হচ্ছে। সে আরও লক্ষ্য করল যে, ফুটবল থেকে যে বাতাস বের হচ্ছে তা পারিপার্শ্বিকের তুলনায় উষ্ণ। ফুটবলের অভ্যন্তরস্থ বায়ুর তাপমাত্রা **27°C, বায়ুর চাপ 2 atm, বায়ুর আয়তন 1 m³ এবং γ=1.4** ছিল। **[SB'22]**

(গ) ফুটবল থেকে নির্গত বায়ুর চূড়ান্ত আয়তন নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের ফুটবলের ভিতর থেকে নির্গত বাতাস পারিপার্শ্বিকের তুলনায় গরম হাওয়ার কারণ কী? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণপূর্বক ব্যাখ্যা কর। ৪

উত্তর

গ. আদি আয়তন, $V_1 = 1\ m^3$

আদি চাপ, $P_1 = 2$ atm [γ=1.4]

নতুন চাপ, $P_2 = 1$ atm [বায়ুমণ্ডলীয় চাপ]

নতুন আয়তন, $V_2 =$?

এখানে রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়া সংঘটিত হয়েছে বিধায়,

$$P_1V_1^\gamma = P_2V_2^\gamma \Rightarrow \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\frac{1}{\gamma}} \times V_1 = V_2 \Rightarrow V_2 = \left(\frac{2}{1}\right)^{\frac{1}{1.4}} \times 1 = 1.64\ m^3$$ **(Ans.)**

ঘ. আদি তাপমাত্রা, $T_1 = 27°\,C = (27 + 273)\ K = 300$ K

চূড়ান্ত তাপমাত্রা, $T_2 =$?

রুদ্ধতাপীয় প্রসারণের শর্তানুসারে, $T_1 P_1^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = T_2P_2^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} \Rightarrow T_2 = T_1 \times \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = 300 \times \left(\frac{2}{1}\right)^{\frac{1-1.4}{1.4}} = 246.1$ K

অর্থাৎ, বায়ুর তাপমাত্রা পূর্বের তুলনায় হ্রাস পাবে। এর কারণ হচ্ছে রুদ্ধতাপীয় প্রসারণে যে শক্তি লাগে, তা গ্যাসের অভ্যন্তরীণ শক্তি থেকে ব্যয় হয়। ফলে গ্যাসের তাপমাত্রা হ্রাস পায় পূর্বের চেয়ে। এ কারণেই উদ্দীপকের ফুটবলের ভিতর থেকে নির্গত বাতাস পারিপার্শ্বিকের তুলনায় গরম।

05. দু'টি তাপ ইঞ্জিন **400 K** এবং **800 K** তাপমাত্রার ব্যবধানে কার্যকর। ইঞ্জিন দু'টিতে ব্যবহৃত জ্বালানির আপেক্ষিক তাপ যথাক্রমে **2000 Jkg⁻¹K⁻¹** এবং **1500 Jkg⁻¹K⁻¹** । ইঞ্জিন দু'টিতে **10 gm** ভরের ভিন্ন কার্যকর পদার্থ ব্যবহার করা হয়েছে। **[SB'22]**

(গ) প্রথম ইঞ্জিনের দক্ষতা 10% বাড়াতে হলে উৎসের তাপমাত্রা কত বাড়াতে হবে? ৩

(ঘ) উদ্দীপকের আলোকে কোন ইঞ্জিনটি বেশি পরিবেশ বান্ধব হবে? তোমার মতামত গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ.

প্রথম ইঞ্জিনের দক্ষতা, $\eta = \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) \times 100\%$

$= \left(1 - \frac{400}{800}\right) \times 100\% = 50\%$

$T_2 = 400$ K

$T_1 = 800$ K

10% দক্ষতা বাড়াতে হলে, দক্ষতা হবে, $\eta' = (50\% + 10\%) = 60\%$

উৎসের তাপমাত্রা, $T' = ?$

এখন, $\eta' = \left(1 - \frac{T_2}{T'_1}\right) \times 100\%$

$0.6 = \left(1 - \frac{400}{T'_1}\right) \Rightarrow \frac{400}{T_1'} = 0.4 \Rightarrow T_1' = \frac{400}{0.4} = 1000 \text{ K}$

উৎসের তাপমাত্রা বাড়াতে হবে $= (1000 - 800)\text{K} = 200 \text{ K}$

ঘ. ১ম ইঞ্জিনে এন্ট্রপির পরিবর্তন,

$dS_1 = mS_1 \ln\frac{T_1}{T_2}$

$= 0.01 \times 2000 \times \ln\frac{800}{400}$

$= 13.86 \text{ JK}^{-1}$

$T_2 = 400 \text{ K}$
$T_1 = 800 \text{ K}$
কার্যকর পদার্থের ভর, $m = 10 \text{ gm} = 0.01 \text{ kg}$
$S_1 = 2000 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$
$S_2 = 1500 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$

২য় ইঞ্জিনে এন্ট্রপির পরিবর্তন, $dS_2 = ms_2 \ln\frac{T_1}{T_2} = 0.01 \times 1500 \times \ln\frac{800}{400} = 10.39 \text{ JK}^{-1}$

$DS_1 > DS_2$

∴ ২য় ইঞ্জিনটি বেশি পরিবেশ বান্ধব।

06. **327°C** তাপমাত্রার **1** মোল গ্যাস দ্বারা একটি কার্নো ইঞ্জিন কাজ সম্পাদন করছে। কার্নো চক্রের প্রতিটি ধাপে সংকোচন বা প্রসারণের অনুপাত **1: 6**। (সার্বজনীন গ্যাস ধ্রুবক $\mathbf{R = 8.31\ J\ mol^{-1}K^{-1}}$ এবং $\boldsymbol{\gamma = 1.4}$) **[BB'22]**

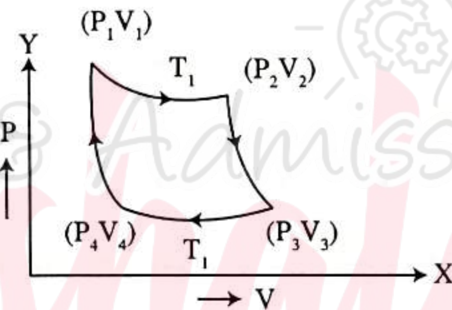
(গ) ইঞ্জিনের সর্বনিম্ন তাপমাত্রা নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) কার্নোর চক্রের সমোষ্ণ প্রসারণ ও সংকোচনে সম্পাদিত কাজের পরিমাণ একই হবে কিনা? গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ.

কার্নো চক্রের প্রথম ধাপ সমোষ্ণ প্রসারণ, এরপর রুদ্ধতাপীয় প্রসারণ, সমোষ্ণ সংকোচন ও রুদ্ধতাপীয় সংকোচন। সাধারণত রুদ্ধতাপীয় প্রসারণেই সর্বনিম্ন তাপমাত্রায় থাকবে।



আমরা জানি, $T_1V_2^{\gamma-1} = T_2V_3^{\gamma-1}$

$\Rightarrow\ 600 \times \left(\frac{V_2}{V_3}\right)^{1.4-1} = T_2$

$\therefore T_2 = 600 \times \left(\frac{1}{6}\right)^{1.4-1} = 293.0156 \text{ K}$

$= (293.0156 - 273)°\text{C}$

$= 20.015°\text{C}$ **(Ans.)**

আদি তাপমাত্রা, $T_1 = 327°\text{C} = (327 + 273) \text{ K} = 600 \text{ K}$।
আদি আয়তন, $V_2 = V$
প্রসারণের পর আয়তন, $V_3 = 6V$
তাপমাত্রা, $T_2 = ?$
$\gamma = 1.4$

ঘ. AB ও CD ধাপে সমোষ্ণ প্রসারণ ও সংকোচন হচ্ছে।

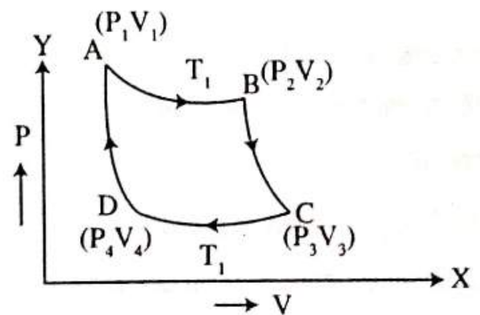
'গ' হতে প্রাপ্ত,

$T_2 = 293.0156 \text{ K}$

AB ধাপে, কৃতকাজ, $W = nRT_1 \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$

$= 1 \times 8.31 \times 600 \ln 6$

$= 8933.7 \text{ J}$



অন্যদিকে, সমোষ্ণ সংকোচন অর্থাৎ CD ধাপে, $T_2 = 293.0156$ K

$\frac{V_4}{V_3} = \frac{1}{6}$ [কেননা সংকোচন হয়]

∴ কৃতকাজ, $W' = nRT_2 \ln\left(\frac{V_4}{V_3}\right)$

$= 1 \times 8.31 \times 293.015 \ln\left(\frac{1}{6}\right) = -4362.853$ J

∴ সমোষ্ণ প্রসারণ ও সংকোচনে সম্পাদিত কাজের পরিমাণ একই হবে না।

সমোষ্ণ প্রসারণে, $V_1 = V$

$V_2 = 6V$

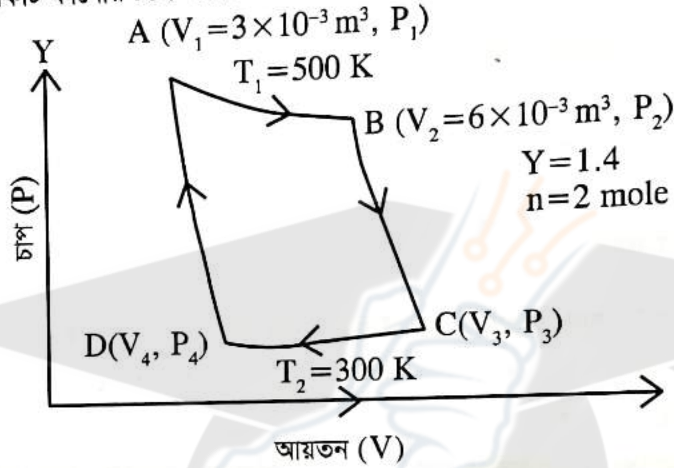
[∵ সংকোচন ও প্রসারণের অনুপাত 1: 6]

$T_1 = 600$ K

$n = 1$ mol

$R = 8.31$ J mol^{-1}K^{-1}

07. নিম্নের P-V নির্দেশক চিত্রে একটি কার্নোর চক্রে কার্যকর পদার্থ দ্বারা সম্পাদিত কাজ দেখানো হলো: [JB'22]



(গ) C বিন্দুতে আয়তন নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) AB এবং BC পর্যায়ে কৃতকাজ সমান হবে কিনা–গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. উদ্দীপক হতে, $T_1 = 500$ K এবং $T_2 = 300$K

$V_2 = 6 \times 10^{-3}$ m^3; $V_3 = ?$

রুদ্ধতাপীয় প্রসারণে, $T_1V_2^{\gamma-1} = T_2V_3^{\gamma-1} \Rightarrow \left(\frac{V_3}{V_2}\right)^{\gamma-1} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{V_3}{V_2} = \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^{\frac{1}{\gamma-1}}$

$\Rightarrow V_3 = 6 \times 10^{-3} \times \left(\frac{500}{300}\right)^{\frac{1}{0.4}} \Rightarrow V_3 = 21.516 \times 10^{-3}$m^3

C বিন্দুতে আয়তন 21.516×10^{-3}m^3

ঘ. AB পর্যায়ে সমোষ্ণ প্রসারণ ঘটেছে।

এ পর্যায়ে কৃতকাজ, $W_1 = nRT_1 \ln\frac{V_2}{V_1}$

$= 2 \times 8.314 \times 500 \times \ln\frac{6\times10^{-3}}{3\times10^{-3}} = 5762.83$ J

প্রশ্নমতে,

$n = 2$ mole; $\gamma = 1.4$

$R = 8.314$ Jk^{-1}mol^{-1}

$V_2 = 6 \times 10^{-3}$m^3; $V_1 = 3 \times 10^{-3}$m^3

$T_1 = 500$ K; $T_2 = 300$ K

'গ' হতে প্রাপ্ত, $V_3 = 21.516 \times 10^{-3}$m^3

BC পর্যায়ে রুদ্ধতাপীয় প্রসারণ ঘটবে।

কৃতকাজ, $W_2 = \frac{nR}{\gamma-1}[T_1 - T_2]$

$= \frac{2\times8.314}{1.4-1}(500 - 300) = 8314$ J

AB ও BC পর্যায়ে কৃতকাজ সমান হবে না।

08. সিয়াম 1 kg বরফকে $-10°C$ তাপমাত্রা হতে $30°C$ তাপমাত্রার পানিতে পরিণত করে। সামির $30°C$ তাপমাত্রার 1 kg পানিকে $100°C$ তাপমাত্রার বাষ্পে পরিণত করে। সিয়াম দাবি করল তার প্রক্রিয়াটি বেশি শৃঙ্খল। [JB'22]
($S_w = 4200\ Jkg^{-1}\ K^{-1}$, $L_f = 3.36 \times 10^5\ Jkg^{-1}$, $S_{ice} = 2100\ Jkg^{-1}\ K^{-1}$ এবং $L_v = 2.26 \times 10^6\ Jkg^{-1}$

(গ) সামিরের প্রক্রিয়ায় মোট প্রয়োজনীয় তাপ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) সিয়ামের দাবি সঠিক কিনা–গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. সামিরের প্রক্রিয়ায় মোট গৃহীত তাপ,

$W = m_1 S_w (T_2 - T_1) + m_1 L_v$
$= 1 \times 4200 \times 70 + 1 \times 2.26 \times 10^6$
$= 2.554 \times 10^6\ J$

$m_1 = 1\ kg$
$T_2 = 100°C;\ T_1 = 30°C$
$L_v = 2.26 \times 10^6\ J\ kg^{-1}$
$S_w = 4200\ J\ kg^{-1} K^{-1}$

ঘ. সিয়ামের প্রক্রিয়ায়,

এন্ট্রপির পরিবর্তন, $\Delta S_1 = mS_{ice} \ln \frac{273}{273-10} + \frac{ml_f}{273} + mS_w \ln \frac{273+30}{273} = 1747.03\ JK^{-1}$

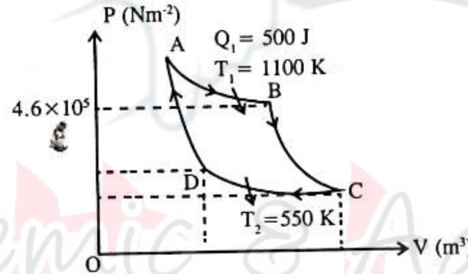
সামিরের প্রক্রিয়ায়,

এন্ট্রপির পরিবর্তন, $\Delta S_2 = mS_w \ln \frac{373}{273+30} + \frac{ml_v}{373} = 6931.93 JK^{-1}$

এখানে, $\Delta S_1 < \Delta S_2$

সিয়ামের প্রক্রিয়ায় এন্ট্রপি কম বাড়ে বিধায় তার প্রক্রিয়া অধিক সুশৃঙ্খল। সুতরাং সিয়ামের দাবিটি সঠিক।

09. নিচের চিত্রে কার্নো ইঞ্জিনের কার্যকরী পদার্থের চারটি ধাপ দেখানো হল- [CB'22]



(গ) C বিন্দুতে চাপ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) প্রতিটি ধাপে এনট্রপি হিসাব করে ইঞ্জিনটির প্রত্যাগামিতা কি যাচাই করা সম্ভব? গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক তোমার মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. BC ধাপটি হচ্ছে রুদ্ধতাপীয় প্রসারণ।

B বিন্দুতে চাপ, $P_B = 4.6 \times 10^5 Nm^{-2}$

B বিন্দুতে তাপমাত্রা, $T_1 = 1100\ K$

C বিন্দুতে তাপমাত্রা, $T_2 = 550\ K$

$\gamma = 1.4$ (দ্বি-পারমাণবিক গ্যাস)

C বিন্দুতে চাপ, $P_C = ?$

রুদ্ধতাপীয় প্রসারণের শর্তানুসারে, $T_1 P_B^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = T_2 P_C^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}$

বা, $P_C = \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^{\frac{\gamma}{1-\gamma}} \times P_B = \left(\frac{1100}{550}\right)^{\frac{1.4}{1-1.4}} \times 4.6 \times 10^5$

$\therefore P_C = 40.65 \times 10^3\ Nm^{-2}$

ঘ. কার্নো ইঞ্জিনের শর্তানুসারে, $\frac{Q_1}{T_1} = \frac{Q_2}{T_2} \Rightarrow Q_2 = \frac{Q_1}{T_1} \times T_2 = \frac{500}{1100} \times 550 = 250 \text{ J}$

AB ধাপে, (সমোষ্ণ)

এন্ট্রপির পরিবর্তন, $\Delta S_1 = \frac{Q_1}{T_1} = \frac{500}{1100} \text{ JK}^{-1} = 0.45 \text{ JK}^{-1}$

BC ধাপে রুদ্ধতাপীয় হওয়ায় তাপের আদান প্রদান হয় না বিধায়; $\Delta S_2 = 0$

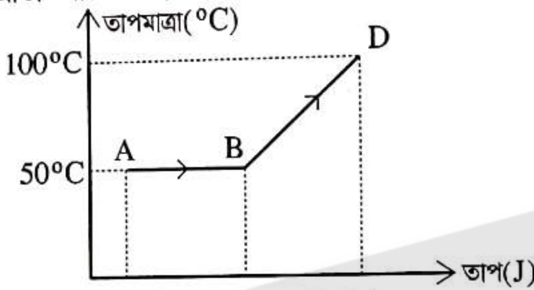
CD ধাপে, (সমোষ্ণ)

এন্ট্রপির পরিবর্তন, $\Delta S_3 = -\frac{Q_2}{T_2} = -\frac{250}{550} = -0.45 \text{ JK}^{-1}$ [যেহেতু, তাপ বর্জিত হয়েছে তাই এন্ট্রপির পরিবর্তন ঋনাত্মক]

DA ধাপ রুদ্ধতাপীয় বিধায়, $\Delta S_4 = 0$

মোট এন্ট্রপির পরিবর্তন $= \Delta S_1 + \Delta S_2 + \Delta S_3 + \Delta S_4 = 0.45 + 0 - 0.45 + 0 = 0 \text{ JK}^{-1}$

প্রতিটি ধাপে এনট্রপি হিসেব করে ইঞ্জিনটির প্রত্যাগামিতা যাচাই করা সম্ভব।

10. 

চিত্রে 1 gm পানি তরল হতে বাষ্পীভূত হবার দুটি স্তর দেয়া আছে। D বিন্দুতে বাষ্পের আয়তন 1700 cc। **[CB'22]**
(পানির আপেক্ষিক তাপ 4200 Jkg^{-1}K^{-1}.)

(গ) **AB পথে এন্ট্রপির পরিবর্তন নির্ণয় কর।** ৩

(ঘ) **BD পথে অন্তঃস্থ শক্তি নির্ণয় করা সম্ভব- গাণিতিকভাবে যাচাই কর।** ৪

উত্তর

গ. 50°C তাপমাত্রায় তরল বাষ্পে পরিণত হচ্ছে,

তাহলে, AB পথে এন্ট্রপির পরিবর্তন,

$\Delta S = \frac{dQ}{T} = \frac{mLv}{T} = \frac{1\times10^{-3}\times 2,268,000}{50+273} = 7.02 \text{ JK}^{-1}$

| ভর, $m = 1\text{gm} = 10^{-3}$ kg
| বাষ্পীভবনের সুপ্ততাপ, $L_v = 2268000 \text{ Jkg}^{-1}$

ঘ. 1gm তরলের আয়তন B বিন্দুতে = 1 mL

D বিন্দুতে বাষ্পের আয়তন = 1700 cc = 1700 mL

বায়ুমণ্ডলীয় চাপ = 101325 Pa

তাহলে, কৃতকাজ, $W = P\Delta V = 101325 \times (1700 - 1) \times 10^{-6}$

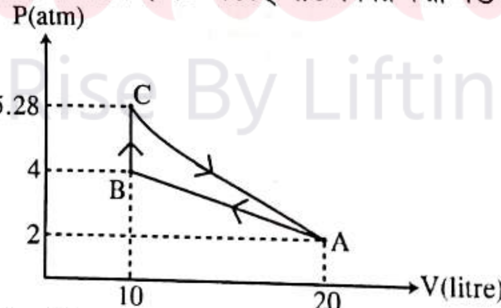
$= 172.15 \text{ J}$ | $1 \text{ mL} = 10^{-6}\text{m}^3$

গৃহীত তাপশক্তি, $dQ = mS_v\Delta\theta$

$= 0.001 \times 2000 \times (100 - 50)\text{J} = 100 \text{ J}$ | বাষ্পের আপেক্ষিক তাপ, $S_v = 2000 \text{ Jkg}^{-1}$

অন্তঃস্থ শক্তির পরিবর্তন, $dV = dQ - W$ J $= (100 - 172.15)$J $= -72.15$J (**Ans.**)

BD পথে অন্ত:স্থ শক্তির পরিবর্তন নির্ণয় করা সম্ভব হলেও অন্তঃস্থ শক্তি নির্ণয় করা সম্ভব নয়।

11. 

চিত্রে P – V লেখচিত্র দ্বারা একটি চক্রীয় প্রক্রিয়া দেখানো হয়েছে।
এখানে, A বিন্দুতে তাপমাত্রা = 300 K
স্থির আয়তনে মোলার আপেক্ষিক তাপ = 20.78 Jmol^{-1} K^{-1}
মোল সংখ্যা = 1.6 ; γ = 1.4 এবং 1 atm = 10^5 Nm^{-2} **[Din.B'22]**

(গ) **AB পথে কৃতকাজের মান নির্ণয় কর।** ৩

(ঘ) **উদ্দীপকের চক্রীয় প্রক্রিয়ায় এন্ট্রপির পরিবর্তন শূন্য হবে কিনা- গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে মতামত দাও।** ৪




উত্তর

গ. AB পথে আয়তন সংকুচিত হয়েছে। অর্থাৎ, গ্যাসের উপর কাজ হবে।

AB পথে কৃতকাজ = X অক্ষ ও AB রেখা দ্বারা আবদ্ধ ট্রাপিজিয়ামের ক্ষেত্রফল

$= -\frac{1}{2}(4+2) \times 101325 \times (20-10) \times 10^{-3}\ J = -3039.75\ J$ **(Ans.)**

ঘ. $P_cV_c^{\gamma} = 5.28 \times 10^{1.4} = 132.63\ L\ atm$

$P_AV_A^{\gamma} = 2 \times 20^{1.4} = 132.61L\ atm$

CA পথে রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়া সংঘটিত হবে।

$\Delta S_{CA} = \int \frac{d\theta}{T} = 0$

এখন, AB পথে এন্ট্রপির পরিবর্তন

$\Delta S_{AB} = nR\ln\frac{V_2}{V_1} = 1.6 \times 8.314 \times \ln\left(\frac{10}{20}\right)$

$= -9.22 JK^{-1}$

$n = 1.6\ mol$
$C_V = 20.78\ J\ mol^{-1}K^{-1}$

BC পথে সমআয়তন প্রক্রিয়া সংঘটিত হবে।

সমআয়তন প্রক্রিয়ায়, $\frac{T_3}{T_2} = \frac{P_3}{P_2}$

তাহলে, $\Delta S_{BC} = nC_V \ln\frac{T_3}{T_2} = nC_v\ln\frac{P_3}{P_2} = 1.6 \times 20.78 \times \ln\frac{5.28}{4} = 9.23\ JK^{-1}$

$\Delta S = \Delta S_{CA} + \Delta S_{AB} + \Delta S_{BC} = -9.22\ JK^{-1} + 9.23\ JK^{-1} \approx 0\ JK^{-1}$

∴ চক্রীয় প্রক্রিয়ায় এন্ট্রপির পরিবর্তন শূন্য হবে।

12. একটি কার্নো ইঞ্জিন **500 K** তাপমাত্রায় উৎস থেকে **1250 J** তাপ গ্রহণ করে এবং তাপ গ্রাহকে **700 J** তাপ বর্জন করে। ইঞ্জিনের তাপ উৎস ও তাপগ্রাহক উভয়েরই তাপশক্তির পরিবর্তন সাপেক্ষে ইঞ্জিনের দক্ষতা **20%** বৃদ্ধি করা সম্ভব। **[MB'22]**

(গ) তাপ গ্রাহকের তাপমাত্রা নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের ইঞ্জিনটির দক্ষতা বৃদ্ধি করা সংক্রান্ত তথ্যটি গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ.	আমরা জানি, $\frac{T_1}{T_2} = \frac{Q_1}{Q_2} \Rightarrow \frac{500}{T_2} = \frac{1250}{700}$ ∴ $T_2 = \frac{700 \times 500}{1250} = 280\ K$ **(Ans.)**	তাপ উৎসের তাপমাত্রা, $T_1 = 500\ K$ তাপ উৎস হতে গৃহীত তাপ, $Q_1 = 1250\ J$ তাপ গ্রাহকের বর্জিত তাপ, $Q_2 = 700\ J$ তাপ গ্রাহকের তাপমাত্রা, $T_2 = ?$

ঘ. উদ্দীপকের ইঞ্জিনের, তাপ উৎস ও তাপ গ্রাহকের উভয়েরই তাপশক্তির পরিবর্তন করলে দক্ষতা বৃদ্ধি সম্ভব।

দক্ষতা, $\eta = \left(1 - \frac{Q_2}{Q_1}\right) \times 100\%$

তাপ উৎসের ক্ষেত্রে, $T_1 = 500\ K$ [তাপ গ্রাহকের ক্ষেত্রে, $Q_2 = 700\ J$; $Q_1 = 1280\ J$; $T_2 = 280\ K$[∵ 'গ' হতে প্রাপ্ত]

∴ আদি দক্ষতা, $\eta_1 = \left(1 - \frac{700}{1250}\right) \times 100\% = 44\%$

∴ দক্ষতা 20% বৃদ্ধি করলে, $\eta_2 = (44+20)\% = 64\% = 0.64$

এখন, তাপ উৎসের তাপশক্তির কোনো পরিবর্তন না করলে, $Q_1 = 1250\ J$

$Q_2' = ?$

$\eta_2 = 1 - \frac{Q_2'}{Q_1} \Rightarrow 0.64 = 1 - \frac{Q_2'}{Q_1} \Rightarrow 0.64 = 1 - \frac{Q_2'}{1250} \Rightarrow \frac{Q_2'}{1250} = 1 - 0.64$ ∴ $Q_2' = 0.36 \times 1250 = 450\ J$

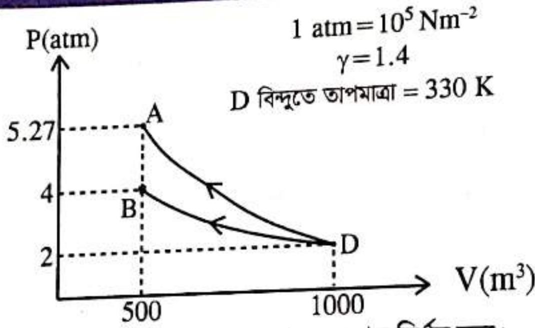
$\Delta Q_2 = (700 - 450)\ J = 250\ J$ ∴ তাপ গ্রাহকের তাপমাত্রা 250 J কমালে 20% দক্ষতা বৃদ্ধি পাবে।

অন্যদিকে, তাপগ্রাহকের তাপশক্তির পরিবর্তন না করলে, $Q_2 = 700\ J$,

$Q_1' = ?$

$\eta_2 = 1 - \frac{Q_2}{Q_1'} \Rightarrow 0.64 = 1 - \frac{700}{Q_1'} \Rightarrow Q_1' = \frac{700}{1-0.64} = 1944.44\ J$ ∴ $\Delta Q_1' = (1944.44J - 1250J) = 694.44J$

∴ তাপ উৎসের তাপ 694.44 J বৃদ্ধি পেলে দক্ষতা 20% বৃদ্ধি পাবে।

13. 

[MB'22]

(গ) **DB** সংকোচনে কৃতকাজের মান নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) **DB** এবং **DA** পথে একই পরিমাণ সংকোচনে দুটি লেখের জন্য তাপমাত্রা এক নয় কেন? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. **11** এর (গ) নং এর অনুরূপ

ঘ. DB পথে সমোষ্ণ সংকোচন ঘটে। তাই এর তাপমাত্রার কোনো পরিবর্তন নেই। অর্থাৎ, $T_{DB} = 330K$

DA পথে রুদ্ধতাপীয় সংকোচন ঘটে। ∴ DA পথে, একই সংকোচনে

$P_D V_D^{\gamma} = (2 \times 101325) \times (1000)^{1.4} J = 3.21 \times 10^9 J$

$P_A V_A^{\gamma} = (5.27 \times 101325) \times (500)^{1.4} J = 3.21 \times 10^9 J$ ∴ DA পথে রুদ্ধতাপীয় সংকোচন ঘটে।

আমরা জানি, $T_D V_D^{\gamma-1} = T_A V_A^{\gamma-1} \Rightarrow T_A = \left(\frac{V_D}{V_A}\right)^{\gamma-1} \times T_D = 435.48K$

14. একটি ইঞ্জিন **321°C** তাপমাত্রার তাপ উৎস থেকে **521J** তাপ গ্রহণ করে **21°C** তাপমাত্রার তাপ গ্রাহকে কিছু তাপ বর্জন করে। [DB'21]

(গ) উদ্দীপকে উল্লিখিত ইঞ্জিন দ্বারা কৃতকাজ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকে উল্লিখিত ইঞ্জিনটির দক্ষতা **4** গুণ করা সম্ভব কিনা।– গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. $\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow Q_2 = \frac{T_2}{T_1} \times Q_1 = \frac{294}{594} \times 521J = 257.869J$

∴ কৃতকাজ $W = Q_1 - Q_2 = (521 - 257.869) J = 263.131J$

$Q_1 = 521 J$

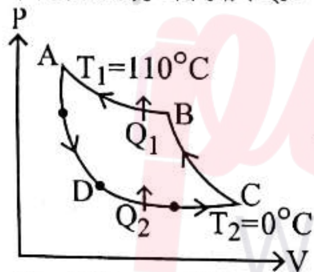
$T_1 = (321 + 273)K = 594K$

$T_2 = (21 + 273)K = 294K$

ঘ. বর্তমান দক্ষতা, $\eta = \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) \times 100\% = \left(1 - \frac{294}{594}\right) \times 100\% = 50.5\%$

দক্ষতা 4 গুণ করলে, $\eta' = 4 \times 50.5\% = 202\%$

দক্ষতা 100% এর বেশি হতে পারে না। তাই দক্ষতা 4 গুণ করা সম্ভব নয়।

15. 

চিত্রে একটি ইঞ্জিনের **P-V** লেখচিত্র দেখানো হলো– [DB'21]

(গ) উদ্দীপকের ইঞ্জিনের সম্পাদিত কাজের পরিমাণ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের ইঞ্জিনের সাথে সাধারণ কার্নো ইঞ্জিনের ভিন্নতা আছে কি? বিশ্লেষণসহ মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. $W = Q_1 - Q_2$

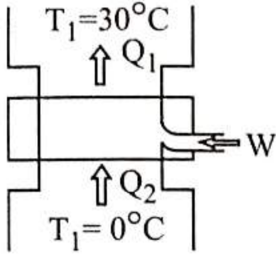
$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{T_1}{T_2}; \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{383}{273}$ | $T_1 = 110°C = 383K; T_2 = 0°C = 273K$

[এখানে Q_1 বা Q_2 কোনোটারই মান দেওয়া নেই বলে কৃতকাজ বের করা সম্ভব নয় তবে কর্মদক্ষতা বের করা সম্ভব]

ঘ. সাধারণ কার্নো ইঞ্জিনে প্রত্যাগামী প্রক্রিয়ায় কাজ করে। অর্থাৎ $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{T_1}{T_2}$ হয়।

যদি $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{T_1}{T_2}$ না হয় সেক্ষেত্রে ইঞ্জিনটি প্রত্যাগামী হয় না।

কিন্তু প্রশ্নে Q_1 বা Q_2 এর মান দেওয়া না থাকায় এটি বলা সম্ভব নয়।

16. 

0°C তাপমাত্রার **1g** পানিকে বরফে পরিণত করতে রেফ্রিজারেটরটি ন্যূনতম কাজ সম্পাদন করে Q_2 তাপ অপসারণ করে এবং Q_1 তাপ পরিবেশে বর্জন করে। পরবর্তীতে রেফ্রিজারেটরের পরিবর্তে এমন একটি তাপ ইঞ্জিন প্রতিস্থাপন করা হলো যেনো এটি রেফ্রিজারেটরের ঠিক বিপরীত আচরণ করে। (পানির আপেক্ষিক তাপ $4200\ Jkg^{-1}K^{-1}$ এবং বরফ গলনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ $336000\ Jkg^{-1}$)। **[RB'21]**

[Note: এখানে $T_1 = 30°C$ দেওয়া আছে যা সম্ভব নয়। এখানে $T_2 = 30°C$ দিলে এটি সামঞ্জস্য হয়। তাই, $T_2 = 30°C$ ধরে সমস্যার সমাধান দেওয়া হলো]

(গ) রেফ্রিজারেটরটির কার্যসম্পাদনের সহগ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) তাপ ইঞ্জিনটি প্রত্যাগামী হবে কিনা? এন্ট্রপির সাহায্যে গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মন্তব্য কর। ৪

উত্তর

গ.

আমরা জানি, $K = \frac{T_1}{T_2 - T_1} = 9.1$

দেওয়া আছে, $T_1 = 0°C = 273K$
$T_2 = 30°C = 303K$
কার্যসম্পাদন সহগ, $K = ?$

ঘ.

আমরা জানি, কৃতকাজ $W = ml_f = 336J$
এখন $\frac{Q_1}{W} = 9.1 \Rightarrow Q_1 = 3057.6J$

$m = 1g = 0.001kg$
$l_f = 336000\ J/kg$

আবার, $Q_2 = W + Q_1 = 3393.6J$

আমরা জানি, এনট্রপির পরিবর্তন, $\Delta S = \frac{Q_2}{T_2} - \frac{Q_1}{T_1} = 0$

অর্থাৎ প্রক্রিয়াটির এনট্রপি স্থির অতএব তাপ ইঞ্জিনটি প্রত্যাগামী হবে।

17. সুজানা প্রমাণ চাপে **50°C** তাপমাত্রায় একটি সিলিন্ডারে **64 gm** অক্সিজেন গ্যাস নিয়ে পরীক্ষা করছিল। সে গ্যাসটিকে রুদ্ধতাপীয় পদ্ধতিতে সংকুচিত করে তাপমাত্রা **150°C** এ উন্নীত করল। **[RB'21]**

(গ) সুজানার ব্যবহৃত গ্যাসটির চূড়ান্ত চাপ কত? ৩

(ঘ) গ্যাসের আয়তনের কীরূপ পরিবর্তন ঘটে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ.

আমরা জানি,
রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় $T_1 P_1^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = T_2 P_2^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}$

$\Rightarrow \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow P_2 = \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^{\frac{\gamma}{1-\gamma}} \times P_1 = 2.57\ atm$

আদি চাপ, $P_1 = 1\ atm$
আদি তাপমাত্রা, $T_1 = 50°C = 323K$
চূড়ান্ত চাপ, $P_2 = ?$
শেষ তাপমাত্রা, $T_2 = 150°C = 423K$
$\gamma = 1.4$ [O_2 দ্বিপারমাণবিক]

ঘ.

আমরা জানি, $T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_2^{\gamma-1} \Rightarrow \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{\gamma-1} = \frac{T_1}{T_2}$

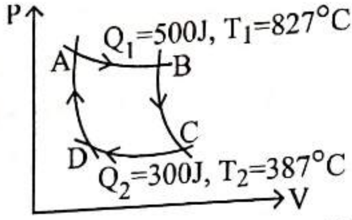
$\Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^{\frac{1}{x}} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = 0.51 \Rightarrow V_2 = 0.51V_1$

∴ গ্যাসের আয়তন প্রায় অর্ধেক হয়ে যাবে।

ধরি, আদি আয়তন $= V_1$
চূড়ান্ত আয়তন $= V_2$
আদি তাপমাত্রা, $T_1 = 323K$
চূড়ান্ত তাপমাত্রা, $T_2 = 423K$
$\gamma = 1.4$ [O_2 দ্বিপারমাণবিক]

[Ctg.B'21]

18. চিত্রে একটি কার্নো ইঞ্জিনের P~V লেখচিত্র দেখানো হলো:



(গ) উদ্দীপকের ইঞ্জিনের দক্ষতা নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের ইঞ্জিনটি প্রত্যাগামী না অপ্রত্যাগামী–গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. উদ্দীপকের ইঞ্জিনটির, তাপ উৎসের তাপমাত্রা, $T_1 = 827 + 273K = 1100K, Q_1 = 500J$

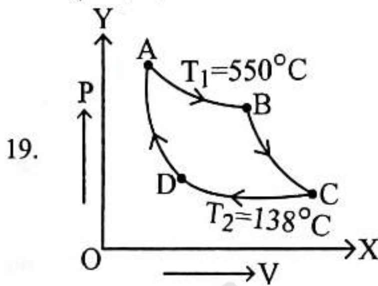
তাপ গ্রাহকের তাপমাত্রা, $T_2 = 387 + 273K = 660K, Q_2 = 300J$

$\therefore$ দক্ষতা, $\eta = \left(1 - \frac{Q_2}{Q_1}\right) \times 100\% = \left(1 - \frac{300}{500}\right) \times 100\% = 40\%$

ঘ. আমরা জানি, প্রত্যাগামী ইঞ্জিনের ক্ষেত্রে, $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{T_1}{T_2}$

উদ্দীপকের ইঞ্জিনটির ক্ষেত্রে, $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{500}{300} = \frac{5}{3}$ এবং $\frac{T_1}{T_2} = \frac{1100}{660} = \frac{5}{3} \therefore \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{T_1}{T_2}$ এক্ষেত্রে সমর্থিত হয়।

সুতরাং, ইঞ্জিনটি প্রত্যাগামী।

19. 

একটি প্রত্যাবর্তী তাপ ইঞ্জিনের তাপ উৎস এবং তাপ গ্রাহকের তাপমাত্রা যথাক্রমে **550°C** এবং **138°C**। সমোষ্ণ প্রসারণে গৃহীত তাপের পরিমাণ **850J**। [Ctg.B'21]

(গ) উদ্দীপকের AB অংশের এনট্রপি নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের তাপইঞ্জিনটির দক্ষতা দ্বিগুণ বৃদ্ধি করতে কী ব্যবস্থা গ্রহণ করা যেতে পারে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. উদ্দীপকের AB অংশে সমোষ্ণ প্রসারণ ঘটে। এক্ষেত্রে, তাপমাত্রা, $T_1 = (550 + 273)K = 823K$ এবং গৃহীত তাপ 850J।

$\therefore$ AB অংশে এনট্রপির পরিবর্তন, $\Delta S = \frac{\Delta Q}{T} = \frac{850}{823} = 1.03\ JK^{-1}$

ঘ. তাপ ইঞ্জিনের দক্ষতা বৃদ্ধির ক্ষেত্রে তাপ উৎসের তাপমাত্রা বাড়িয়ে বা তাপগ্রাহকের তাপমাত্রা কমিয়ে উভয়ভাবেই এটি করা সম্ভব। তবে তাপ গ্রাহকের তাপমাত্রা কমিয়ে দক্ষতা দ্বিগুণ করা সহজতর।

উদ্দীপকের তাপ ইঞ্জিনটির দক্ষতা,

$\eta = \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) \times 100\% = \left(1 - \frac{411}{823}\right) \times 100\% = 50.06\%$ | $T_1 = 823K ; T_2 = (138 + 273)K = 411K$

এক্ষেত্রে গাণিতিক তথ্যানুযায়ী দ্বিগুণ বৃদ্ধি করলে, নতুন দক্ষতা $\eta' = 2 \times 50.06\% = 100.12\%$ হবে যা বাস্তবে সম্ভব নয়।

20. পরীক্ষাগারে **750 mm** পারদ চাপে এবং **30°C** তাপমাত্রায় পিস্টনযুক্ত দুটি গ্যাস সিলিন্ডারের প্রতিটিতে **2 mol** ত্রিপরমাণুক গ্যাস রাখা আছে। উভয় সিলিন্ডারে চাপ অপসারণ করে প্রথম সিলিন্ডারের গ্যাসের আয়তন দ্রুত দ্বিগুণ করা হয়। অপরদিকে দ্বিতীয় সিলিন্ডারে গ্যাসের আয়তন ধীরে ধীরে দ্বিগুণ হয়। [SB'21]

(গ) প্রথম সিলিন্ডারে গ্যাসের চূড়ান্ত তাপমাত্রা নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উভয় সিলিন্ডারে চাপ অপসারণে কৃতকাজ সমান হবে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ.

১ম সিলিন্ডারে সংঘটিত প্রক্রিয়াটি রুদ্ধতাপীয়।

আমরা জানি, $T_1V_1^{\gamma-1} = T_2V_2^{\gamma-1} \Rightarrow T_2 = T_1 \times \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1}$

$= \left\{303 \times \left(\frac{1}{2}\right)^{1.33-1}\right\} K = 241.048\ K$

আদি তাপমাত্রা, $T_1 = 30°C = 303K$
চূড়ান্ত তাপমাত্রা, $T_2 = ?$
$V_2 = 2V_1$
$\gamma = 1.33$ [ত্রিপরমাণুক গ্যাস]

ঘ. ১ম সিলিন্ডারের ক্ষেত্রে, $T_1 = 303\ K; \gamma = 1.33\ ; T_2 = 241.048\ K; n = 2\ mol$

$\therefore$ কৃতকাজ, $W_1 = \frac{nR}{\gamma-1}(T_1 - T_2) = 3121.63\ J$

২য় সিলিন্ডারে আয়তন ধীরে ধীরে দ্বিগুণ হয় অর্থাৎ প্রক্রিয়াটি সমোষ্ণ।

এখানে, $V_2 = 2V_1$

$\therefore$ কৃতকাজ, $W_2 = nRT_1 \ln\frac{V_2}{V_1} = 3492.272\ J$

$\therefore$ উভয় সিলিন্ডারে কৃতকাজ সমান হবে না।

21. **একটি মটর গাড়ি তৈরির কোম্পানি তাদের গাড়ির জন্য 40% দক্ষতাসম্পন্ন একটি ইঞ্জিন তৈরি করল। ইঞ্জিনটি 600 K তাপমাত্রার উৎস থেকে তাপ গ্রহণ করে।** **[SB'21]**
   (গ) উদ্দীপকের ইঞ্জিনটির তাপ গ্রাহকের তাপমাত্রা কত? ৩
   (ঘ) কোম্পানিটি তাদের ইঞ্জিনের দক্ষতা 10% বাড়ানোর ক্ষেত্রে উৎসের তাপমাত্রা বৃদ্ধি অথবা গ্রাহকের তাপমাত্রা হ্রাস কোনটি সুবিধাজনক? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ.

আমরা জানি, $\eta = \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) \times 100\%$

$\Rightarrow 0.4 = 1 - \frac{T_2}{T_1}$

$\Rightarrow T_2 = 360\ K$

দেওয়া আছে,
কর্মদক্ষতা, $\eta = 40\%$
তাপ উৎসের তাপমাত্রা, $T_1 = 600\ K$
তাপ গ্রাহকের তাপমাত্রা, $T_2 = ?$

ঘ.

ধরি, তাপ উৎসের তাপমাত্রা বৃদ্ধি করে T_1' করা হল।

সেক্ষেত্রে, $0.5 = 1 - \frac{T_2}{T_1'} \Rightarrow T_1' = 720\ K$

$\therefore$ তাপ উৎসের তাপমাত্রা 120 K বাড়াতে হবে।

আবার, ধরি, তাপ গ্রাহকের তাপমাত্রা কমাতে হবে।

এখানে,
$T_1 = 600K$
$T_2 = 360K$
কর্মদক্ষতা $\eta = 40\%$
নতুন কর্মদক্ষতা, $\eta' = 50\%$

$\therefore$ তাপ গ্রাহকের নতুন তাপমাত্রা $= T_2'$

সেক্ষেত্রে, $0.5 = 1 - \frac{T_2'}{T_1} \Rightarrow T_2' = 300\ K$

$\therefore$ তাপগ্রাহকের তাপমাত্রা 60 K কমাতে হবে।

অর্থাৎ দক্ষতা বাড়ানোর ক্ষেত্রে তাপ গ্রাহকের তাপমাত্রা হ্রাস সুবিধাজনক।

22. **STP তে 64 gm হিলিয়াম গ্যাসকে সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় এবং রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় আলাদা আলাদাভাবে প্রতিধাপে আয়তন তিনগুণ প্রসারিত করা হলো। ফলে চাপ ও আয়তনের পরিবর্তন হয় এবং কাজ সম্পন্ন হয়। [$R = 8.31JK^{-1}mol^{-1}, \gamma = 1.40$]** **[BB'21]**
   (গ) রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় আয়তন পরিবর্তনে চূড়ান্ত চাপ নির্ণয় কর। ৩
   (ঘ) উভয়ক্ষেত্রে কৃতকাজ অভিন্ন হবে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও। ৪

উত্তর

গ. উদ্দীপকের গ্যাসটির ক্ষেত্রে,
ধরি, আদি আয়তন, $V_1 = V$
সুতরাং, রুদ্ধতাপীয় প্রসারণে চূড়ান্ত আয়তন, $V_2 = 3V$
আমরা জানি, রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায়,

$P_1V_1^{\gamma} = P_2V_2^{\gamma}$

$\Rightarrow P_2 = P_1\left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma} = 1 \times \left(\frac{1}{3}\right)^{1.4}$ atm $= 0.215$ atm

$P_1 = 1$ atm
$V_1 = V, V_2 = 3V$
$P_2 = ?\ \ \gamma = 1.4$

ঘ.
সমোষ্ণ প্রসারণে কৃতকাজ, $W_1 = nRT\ln\frac{V_2}{V_1}$
$= 16 \times 8.31 \times 273 \times \ln 3$ J
$= 39.877$ kJ

$T = 273$ K
$V_2 = 3V_1$
$n = \frac{64}{4} = 16$ mole
$R = 8.31\ Jmol^{-1}K^{-1}$

রুদ্ধতাপীয় প্রসারণের ক্ষেত্রে,
$T_1V_1^{\gamma-1} = T_2V_2^{\gamma-1}$
$\Rightarrow T_2 = T_1\left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1} = 273 \times \left(\frac{1}{3}\right)^{1.4-1}$
$K = 175.92K$

$T_1 = 273$ K
$V_2 = 3V_1$
$\gamma = 1.4$

এক্ষেত্রে কৃতকাজ, $W_2 = \frac{nR(T_2-T_1)}{1-\gamma} = \frac{16\times8.31\times(175.92-273)}{1-1.4}$ J $= 32.27$ kJ
$\therefore W_1 \neq W_2$; কৃতকাজ অভিন্ন হবে না।

23. একটি কার্নো ইঞ্জিন যখন **310 K** তাপমাত্রার তাপ গ্রাহকে থাকে তখন এর কর্মদক্ষতা **40%** । ইঞ্জিনের তাপ উৎসের তাপমাত্রা পরিবর্তন করে কর্মদক্ষতা বৃদ্ধি করা যায়। [BB'21]
(গ) উদ্দীপকের ইঞ্জিনের উৎসের তাপমাত্রা নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) কর্মদক্ষতা **80%** করতে হলে উৎসের তাপমাত্রা দ্বিগুণ করতে হবে কি- না? গাণিতিক যুক্তি দাও। ৪

উত্তর

গ.
কার্নো ইঞ্জিনে, $\eta = \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) \times 100\%$

কর্মদক্ষতা, $\eta = 40\% = \frac{40}{100}$
তাপ গ্রাহকের তাপমাত্রা, $T_2 = 310$ K

$\Rightarrow \frac{40}{100} = 1 - \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \frac{60}{100} \Rightarrow T_1 = T_2 \times \frac{100}{60} = 516.67$ K, যা তাপ উৎসের তাপমাত্রা।

ঘ. 'গ' হতে পাই, উৎসের তাপমাত্রা, $T_1 = 516.67K$
ধরি, তাপ গ্রাহকের তাপমাত্রা স্থির রেখে $\eta' = 80\%$ করতে চাইলে উৎসের তাপমাত্রা $= T_1'$
$\therefore \eta' = \left(1 - \frac{T_2}{T_1'}\right) \times 100\%$

$T_2 = 310$ K

$\Rightarrow \frac{80}{100} = 1 - \frac{T_2}{T_1'} \Rightarrow T_1' = 310 \times \frac{100}{20} = 1550$ K ; $\frac{T_1'}{T_1} = \frac{1550}{516.67} = 2.999 \approx 3 \Rightarrow T_1' = 3T_1$
$\therefore$ উৎসের তাপমাত্রা প্রায় 3 গুণ করতে হবে।

24. একটি তাপ ইঞ্জিনে গৃহীত তাপের এক-তৃতীয়াংশ বর্জন করে। উৎসের তাপমাত্রা **200K** বৃদ্ধি করলে দক্ষতা **80%** হয়। ইঞ্জিনটি তাপ উৎস থেকে **1500 J** তাপ গ্রহণ করে। [JB'21]
(গ) উদ্দীপকের ডাটা ব্যবহার করে প্রথম পর্যায়ে ইঞ্জিনের দক্ষতা নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) উৎসের তাপমাত্রা স্থির রেখে উদ্দীপকে উল্লিখিত যন্ত্রটিকে কীভাবে প্রত্যাবর্তী ইঞ্জিনে রূপান্তর করা যায়– গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে ব্যাখ্যা কর। ৪

উত্তর

গ.

আমরা জানি,

$\eta = \left(1 - \frac{Q_2}{Q_1}\right) \times 100\% = 66.67\%$

গৃহীত তাপ $= Q_1$

বর্জিত তাপ, $Q_2 = \frac{1}{3}Q_1$

দক্ষতা, $\eta = ?$

ঘ.

১ম ক্ষেত্রে, $0.667 = 1 - \frac{T_2}{T_1} \cdots\cdots\cdots (i)$

২য় ক্ষেত্রে, $0.8 = 1 - \frac{T_2}{T_1+200} \cdots\cdots\cdots (ii)$

উৎসের তাপমাত্রা $= T_1$

গ্রাহকের তাপমাত্রা $= T_2$

$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{1}{3}$

$(i) \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \frac{Q_2}{Q_1} \Rightarrow T_1 = 3T_2$

$(ii) \Rightarrow 5T_2 = T_1 + 200 \Rightarrow 5T_2 = 3T_2 + 200 \Rightarrow T_2 = 100\text{ K} \therefore T_1 = 300\text{ K}$

অর্থাৎ, উৎসের তাপমাত্রা স্থির রেখে গ্রাহকের তাপমাত্রা উৎসের $\frac{1}{3}$ গুণ করলেই ইঞ্জিনটি প্রত্যাবর্তী হবে।

25. [JB'21]

ইঞ্জিন	তাপ উৎসের তাপমাত্রা	তাপগ্রাহকের তাপমাত্রা	কার্যকর বস্তুর ভর	জ্বালানির আপেক্ষিক তাপ
A	**327°C**	**−13°C**	**0.8 kg**	**1980 $Jkg^{-1}K^{-1}$**
B	**627°C**	**127°C**	**1.2 kg**	**1230 $Jkg^{-1}K^{-1}$**

(গ) **B** ইঞ্জিনের দক্ষতা নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের আলোকে কোন ইঞ্জিনটি বেশি পরিবেশবান্ধব হবে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করে মতামাত দাও। ৪

উত্তর

গ.

আমরা জানি,

$\eta = \left(1 - \frac{T_1}{T_2}\right) \times 100\%$

$= 55.56\%$

দেওয়া আছে,

তাপ গ্রাহকের তাপমাত্রা, $T_1 = 127°C = 400K$

তাপ উৎসের তাপমাত্রা, $T_2 = 627° = 900\text{ K}$

দক্ষতা, $\eta = ?$

ঘ.

A ইঞ্জিনের ক্ষেত্রে, এনট্রপির পরিবর্তন,

$\Delta S_1 = m_1 s_1 \ln\frac{T_2}{T_1}$

$= 1324.62\text{ JK}^{-1}$

$T_2 = 600\text{ K}$

$T_1 = 260\text{ K}$

$m_1 = 0.8\text{ kg}$

$s_1 = 1980\text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$

B ইঞ্জিনের ক্ষেত্রে, এনট্রপির পরিবর্তন,

$\Delta S_2 = m_2 s_2 \ln\frac{T_4}{T_3}$

$= 1196.933\text{ JK}^{-1}$

$T_4 = 900\text{ K}$

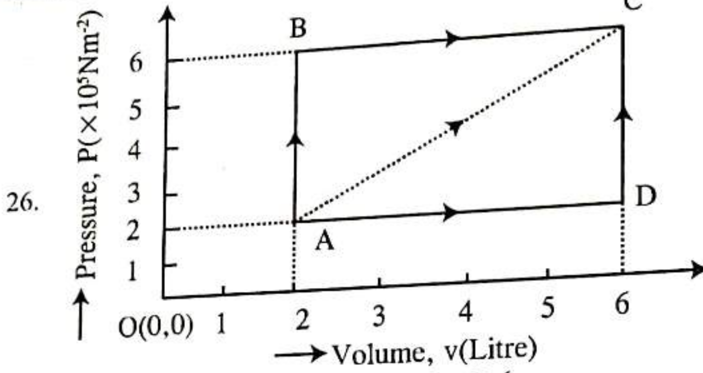
$T_3 = 400\text{ K}$

$m_2 = 1.2\text{ kg}$

$s_2 = 1230\text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$

$\Delta S_1 > \Delta S_2$

সুতরাং, B ইঞ্জিনটি বেশি পরিবেশ বান্ধব।

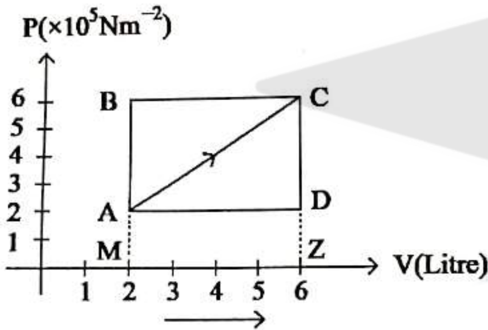
26. 

চিত্রে কোনো তাপগতীয় ব্যবস্থাকে ABC, AC ও ADC পথে A থেকে C বিন্দুতে নেয়া হল। A ও C বিন্দুতে ব্যবস্থাটির অন্তঃস্থশক্তি যথাক্রমে 100J ও 600J। **[CB'21, Din.B'21]**

(গ) AC পথে সম্পাদিত কাজের পরিমাণ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) কোন পথে সিস্টেম কর্তৃক গৃহীত তাপের পরিমাণ বেশি- গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. 

AC পথে কৃতকাজের পরিমাণ হলো AC রেখার নিচের ক্ষেত্রফল।

∴ AC পথে সম্পাদিত কাজ

$= \frac{1}{2}(2+6) \times 10^5 \times (6-2) \times 10^{-3} = 1600 J$

ঘ. 'গ' হতে, AC পথে কৃতকাজ = 1600 J

AC পথে গৃহীত তাপ, $Q_1 = W_1 + \Delta U = \{1600 + (600-100)\} J = 2100 J$

ADC পথের CD অংশে সম্পাদিত কাজের পরিমাণ 0 J।

AD অংশে কৃতকাজ, $W_2 = 2 \times 10^5 \times (6-2) \times 10^{-3} = 800 J$

ADC পথে গৃহীত তাপ, $Q_2 = (800 + 500) J = 1300 J$

তদ্রূপ, ABC পথের শুধু BC অংশে কাজ হয়।

ABC পথে গৃহীত তাপ, $Q_3 = (6 \times 10^5 \times 4 \times 10^{-3}) + 500 = 2900 J$ ∴ ABC পথে গৃহীত তাপ সর্বাধিক।

27. একটি কার্নো ইঞ্জিনের তাপ উৎস ও তাপ গ্রাহকের তাপমাত্রা যথাক্রমে 1025°C ও 475°C এর চারটি ধাপে কৃতকাজের পরিমাণ যথাক্রমে 1015 J, 1070 J, 480 J ও 230 J. **[CB'21]**

(গ) উদ্দীপকের ইঞ্জিনটি তাপগ্রাহকে কী পরিমাণ তাপ বর্জন করবে নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের কার্নো ইঞ্জিনটির উৎসের তাপমাত্রা 48°C বৃদ্ধি করলে দক্ষতার পরিবর্তন এবং তাপগ্রাহকের তাপমাত্রা 48°C হ্রাস করলে দক্ষতার পরিবর্তন একই হবে কি-না – গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. চারটি ধাপ দ্বারা কৃতকাজ = (1015 + 1070 − 480 − 230) J = 1375 J

ইঞ্জিনটির কর্মদক্ষতা, $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} = \left(1 - \frac{475+273}{1025+273}\right) \times 100\% = \frac{25}{59} \times 100\% = 42.37\%$

আবার, $\eta = \frac{W}{Q_1}$ $\left[\eta = \frac{\text{কৃতকাজ}}{\text{প্রদত্ত তাপ}}\right]$

$\Rightarrow \frac{25}{59} = \frac{1375}{Q_1} \Rightarrow Q_1 = 3245 J$

আমরা জানি,

$Q_1 = W + Q_2$

$Q_2 = (3245 - 1375) J = 1870 J$ $\left[\begin{matrix} Q_2 \rightarrow \text{বর্জিত তাপ} \\ Q_1 \rightarrow \text{গৃহীত তাপ} \end{matrix}\right]$

ঘ. উৎসের তাপমাত্রা 48°C বৃদ্ধি করলে দক্ষতা,

$\eta_1 = \left(1 - \frac{475+273}{1073+273}\right) \times 100\%$
$= 0.4443 \times 100\% = 44.43\%$

$T_2 = (475 + 273)K$
$T_1 = (1025 + 48)°c = 1073°c$

তাপ গ্রাহকের তাপমাত্রা 48°C হ্রাস করলে,

$\eta_2 = \left(1 - \frac{700}{1298}\right) \times 100\%$
$= 0.4607 \times 100\%$
$= 46.07\%$

$T_1 = (475 + 273 - 48)K = 700\ K$
$T_2 = (1025 + 273)K = 1298\ K$
$\eta_2 = 46.07$
$\eta_1 = 44.43$

১ম ক্ষেত্রে দক্ষতার পরিবর্তন, $\eta_1 - \eta = (44.43 - 42.37)\%$ [$\eta = 42.37\%$ 'গ' হতে]
$= 2.06\%$

২য় ক্ষেত্রে দক্ষতার পরিবর্তন, $\eta_2 - \eta = (46.07 - 42.37)\% = 3.7\%$

∴ দক্ষতার পরিবর্তন একই হবে না।

28. একটি কার্নোর ইঞ্জিন **200°C** তাপমাত্রায় তাপ উৎস থেকে **600 J** তাপ গ্রহণ করে এবং গ্রাহকে **400 J** তাপ বর্জন করে। ইঞ্জিনটির উৎসের তাপমাত্রা পরিবর্তন না করেও যন্ত্রের দক্ষতা 70% করা সম্ভব। **[Din.B'21]**

(গ) তাপ গ্রাহকের তাপমাত্রা নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের দক্ষতা সম্পর্কে উক্তিটি যথার্থ কি-না? গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. আমরা জানি,

প্রত্যাগামী কার্নো ইঞ্জিনের ক্ষেত্রে, $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{T_1}{T_2}$

$\Rightarrow T_2 = T_1 \times \frac{Q_2}{Q_1} = \left(473 \times \frac{400}{600}\right) K = 315.33\ K$

$T_1 = (200 + 273)k = 473K$
$Q_1 = 600\ J$
$Q_2 = 400\ J$

∴ তাপ গ্রাহকের তাপমাত্রা = 315.33 K

ঘ. ইঞ্জিনের উৎসের তাপমাত্রা পরিবর্তন না করে ও যন্ত্রের দক্ষতা 70% করা সম্ভব। এক্ষেত্রে তাপ গ্রাহকের তাপমাত্রা পরিবর্তন করতে হবে।

ধরি, তাপ গ্রাহকের নতুন তাপমাত্রা = T_2'

$\therefore \eta = 1 - \frac{T_2'}{T_1} \Rightarrow \frac{70}{100} = 1 - \frac{T_2'}{473} \Rightarrow T_2' = 141.9K\ \therefore \Delta T_2 = T_2 - T_2' = 173.43\ K$

∴ তাপ গ্রাহকের তাপমাত্রা 173.43 K কমালে দক্ষতা 70% হবে।

29. **A ও B** দুটি ইঞ্জিন। **A** ইঞ্জিনটি **−60°C** তাপমাত্রার নিম্ন তাপাধার থেকে **2400J** তাপ গ্রহণ করে এবং উচ্চ তাপাধারে **3600J** তাপ বর্জন করে। অপরদিকে **B** ইঞ্জিন ১ম ধাপে **0°C** তাপমাত্রার **5 kg** বরফকে **0°C** তাপমাত্রার পানিতে পরিণত করে এবং ২য় ধাপে **0°C** তাপমাত্রার **5kg** পানিকে **100°C** তাপমাত্রার পানিতে পরিণত করে। বরফ গলনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ **336000** Jkg^{-1} এবং পানির আঃ তাপ **4200J** $kg^{-1}K^{-1}$। **[MB'21]**

(গ) A-ইঞ্জিনের উচ্চ তাপাধারের তাপমাত্রা নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের B-ইঞ্জিনের ১ম ও ২য় ধাপে এনট্রপির পরিবর্তন সমান হবে কি? গাণিতিক মতামত উপস্থাপন কর। ৪

উত্তর

গ.

আমরা জানি, $\frac{T_1}{T_2} = \frac{Q_1}{Q_2} \Rightarrow T_2 = \frac{213 \times 3600}{2400} K = 319.5K$ **(Ans.)**

গৃহীত তাপ, $Q_1 = 2400J$
বর্জিত তাপ, $Q_2 = 3600\ J$
নিম্ন তাপধারের তাপমাত্রা, $T_1 = -60°C = 213K$
উচ্চ তাপধারের তাপমাত্রা, $T_2 = ?$

ঘ. ১ম ধাপে এনট্রপির পরিবর্তন, $\Delta S_1 = \frac{ml_f}{T_1} = 6153.85\ JK^{-1}$

২য় ধাপে এনট্রপির পরিবর্তন, $\Delta S_2 = msln\frac{T_2}{T_1}$

$= \left(5 \times 4200 \times \ln\frac{373}{273}\right) = 6554.24\ JK^{-1}$

∴ B ইঞ্জিনের ১ম ও ২য় ধাপে এনট্রপির পরিবর্তন সমান হবে না।

তাপমাত্রা, $T_1 = 273K$

$l_f = 336000\ Jkg^{-1}$

ভর, $m = 5\ kg$

$T_2 = 100°C = 373K$

$s = 4200Jkg^{-1}K^{-1}$

30. জাহেদ ও শাহেদ সহপাঠী। জাহেদ পদার্থবিজ্ঞান ল্যাবে একটি রোধ থার্মোমিটার নিল। যার বরফ বিন্দু ও বাষ্প বিন্দুতে রোধ **12Ω** এবং **24Ω**। অপরদিকে, শাহেদ **5 atm** চাপবিশিষ্ট একটি পাত্রে আবদ্ধ গ্যাসে **2400J** তাপশক্তি সরবরাহ করে। এতে গ্যাসের আয়তন **1600 cm³** থেকে **3200 cm³** হয় এবং অন্তঃস্থ শক্তির পরিবর্তন হয় **1589.4J**। **[MB'21]**

(গ) **250°C** তাপমাত্রায় জাহেদের থার্মোমিটারের রোধ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকে শাহেদের পরীক্ষণটি তাপগতিবিদ্যার ১ম সূত্রকে সমর্থন করে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. $\frac{R_\theta - R_{ice}}{R_{steam} - R_{ice}} = \frac{\theta - \theta_{ice}}{\theta_{steam} - \theta_{ice}} \Rightarrow \frac{R_\theta - 12}{24-12} = \frac{250}{100} \Rightarrow R_\theta = 42\Omega$ **(Ans.)**

ঘ. তাপগতিবিদ্যার ১ম সূত্রানুসারে, $\Delta Q = \Delta U + \Delta W$

শাহেদের পরীক্ষণটিতে সরবরাহকৃত তাপশক্তি, $\Delta Q = 2400J$

অন্তঃস্থ শক্তির পরিবর্তন, $\Delta U = 1589.4J$

আবার কৃতকাজ, $\Delta W = P\Delta V = 810.6J$

$\therefore \Delta U + \Delta W = (1589.4 + 810.6)J = 2400J = \Delta Q$

∴ শাহেদের পরীক্ষণটি তাপগতিবিদ্যার ১ম সূত্রকে সমর্থন করে।

$\Delta V = (3200 - 1600)cm^3$

$= 1600\ cm^3 = 1.6 \times 10^{-3}\ m^3$

$P = 5\ atm = 506625\ Pa$

31. তাপ পরিবাহী ও অপরিবাহী পদার্থের তৈরি দুটি ঘর্ষণহীন পিস্টনযুক্ত সিলিন্ডারে 2×10^5 **Pa** চাপে ও **600 K** তাপমাত্রায় 1 **mole** হিলিয়াম গ্যাস আছে। পরবর্তীতে উভয় সিলিন্ডারে চাপের পরিমাণ অর্ধেক করা হলো। **[DB'19]**

(হিলিয়ামের ক্ষেত্রে $\gamma = 1.67$ এবং $R = 8.31\ Jmole^{-1}K^{-1}$)

(গ) অপরিবাহী সিলিন্ডারে চূড়ান্ত তাপমাত্রা নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) সিলিন্ডারদ্বয়ের মধ্যে কোনটির ক্ষেত্রে কৃতকাজ বেশি? যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. 03 এর (গ) নং প্রশ্নের উত্তর

ঘ. 03 এর (ঘ) নং প্রশ্নের উত্তর

32. দ্বাদশ শ্রেণির বিজ্ঞান বিভাগের দু'জন শিক্ষার্থী সুজন ও শৈলী একটি আদর্শ গ্যাসকে **27°C** তাপমাত্রা ও **300 cm** পারদ চাপে যথাক্রমে সমোষ্ণ ও রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় গ্যাসের আয়তন অর্ধেক করলো। গ্যাসটি দ্বিপরমাণুক। **[RB'19]**

(গ) শৈলী কর্তৃক সংঘটিত তাপগতীয় পরিবর্তনে গ্যাসটির তাপমাত্রা কত হবে? ৩

(ঘ) উদ্দীপকের আলোকে সুজন ও শৈলীর মধ্যে কে বেশি কাজ সম্পাদন করবে? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে ব্যাখ্যা কর। ৪

উত্তর

গ. 03 এর (গ) নং প্রশ্নের উত্তর

ঘ. 03 এর (ঘ) নং প্রশ্নের উত্তর

33. **30°C** তাপমাত্রার **0.05 kg** পানিকে স্বাভাবিক চাপে $2 \times 10^{-3}\ m^3$ আয়তনের বাষ্পে পরিণত করা হলো। এই প্রক্রিয়ায় সিস্টেমের অন্তঃস্থ শক্তির পরিবর্তন 1.28×10^4 J। [পানির বাষ্পীভবনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ $L_v = 2.26 \times 10^6\ Jkg^{-1}$ এবং পানির আপেক্ষিক তাপ $S = 4200\ J\ kg^{-1}K^{-1}$] **[Ctg.B'19]**

(গ) উদ্দীপকের পানিকে বাষ্পে পরিণত করার জন্য এনট্রপির পরিবর্তন কত হবে নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের প্রক্রিয়াটি তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্রকে সমর্থন করে কি না-গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. $\Delta S = msln\frac{T_2}{T_1} + \frac{mL_v}{T_2}$

$= 0.05 \times 4200 \times \ln\left(\frac{373}{303}\right) + \frac{0.05 \times 2.26 \times 10^6}{373} = 346.6\ JK^{-1}$

$m = 0.05kg$; $s = 4200Jkg^{-1}K^{-1}$
$L_v = 2.26 \times 10^6 Jkg^{-1}$
$T_1 = 30°C = 303K$;
$T_2 = 100°C = 373K$

ঘ. $\Delta Q = ms\Delta\theta + mL_v = 0.05 \times \{4200 \times (100-30) + 2.26 \times 10^6\}J = 127700J$

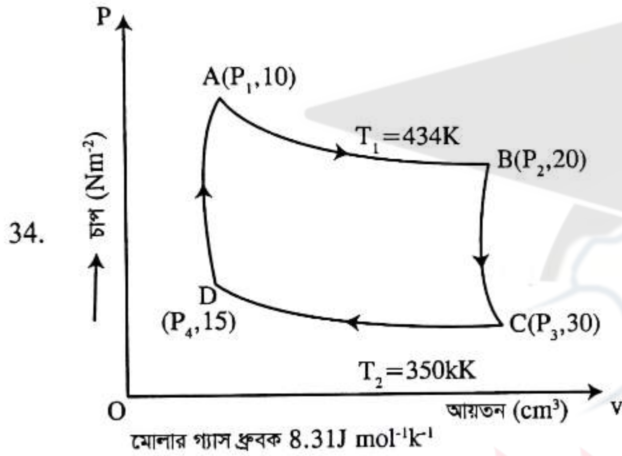
$\Delta U = 1.28 \times 10^4 J$

$\Delta W = P\Delta V = 101325 \times 2 \times 10^{-3} J = 202.65J$

$\Delta Q \neq \Delta U + \Delta W$ ∴ তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্রকে সমর্থন করে না।

Note: 0.05kg ভরের পানিকে বাষ্পে পরিণত করলে আয়তন, $V = \frac{nRT}{P} = \frac{\frac{0.05\times10^3}{18}\times 8.314\times 373}{101325} m^3 = 85 \times 10^{-3} m^3$

$85 \times 10^{-3} m^3$ হতে $2 \times 10^{-3} m^3$ এ সমচাপে নিতে তাপমাত্রা 100°C এর নিচে নামাতে হয়।

34. 

তাসিন নিচের লেখচিত্রের চক্রটি বিশ্লেষণ করে বলল, এটি কার্নোর চক্র। **[SB'19]**

(গ) 1 মোল আদর্শ গ্যাসের জন্য উদ্দীপকের AB অংশে কৃতকাজ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) তাসিনের বিশ্লেষণ সঠিক ছিল কি না এনট্রপি পরিবর্তনের সাপেক্ষে গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মন্তব্য কর। ৪

উত্তর

গ. AB অংশটিতে সমোষ্ণ প্রক্রিয়া ঘটে।

AB অংশের জন্য কৃতকাজ $= nRTln\frac{V_2}{V_1} = 1 \times 8.314 \times 434 \times \ln\frac{20}{10} J = 2501.07J$

ঘ. AB ও CD অংশে সমোষ্ণ প্রক্রিয়া ঘটে বিধায়, এই দুই অংশের জন্য $\Delta U = 0$,অর্থাৎ, $\Delta Q = \Delta W$

AB অংশের ক্ষেত্রে, $\Delta Q_{AB} = \Delta W_{AB} = 2501.07J$ ∴ সিস্টেমের এনট্রপি বৃদ্ধি, $\Delta S_{AB} = \frac{\Delta Q_{AB}}{T_1} = \frac{2501.07}{434} JK^{-1} = 5.76JK^{-1}$

CD অংশের ক্ষেত্রে, $\Delta Q_{CD} = \Delta W_{CD} = nRT_2 ln\frac{V_4}{V_3} = 1 \times 8.314 \times 350 \times \ln\frac{15}{30} J = -2016.99\ J$

∴ সিস্টেমের এনট্রপির পরিবর্তন, $\Delta S_{CD} = \frac{\Delta Q_{CD}}{T_2} = \frac{-2016.99}{350} JK^{-1} = -5.76\ JK^{-1}$

BC ও DA অংশে রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়া ঘটে। সুতরাং, $\Delta S_{BC} = \Delta S_{DA} = 0$

∴ পুরো চক্রের জন্য সিস্টেমের এনট্রপির পরিবর্তন $= \Delta S_{AB} + \Delta S_{BC} + \Delta S_{CD} + \Delta S_{DA} = 0$

∴ চক্রটি কার্নো চক্র। ∴ তাসিনের বিশ্লেষণ সঠিক।

35. একটি ইঞ্জিনের সাহায্যে প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপের **16 gm** হাইড্রোজেন গ্যাসের আয়তন সমোষ্ণ ও রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় দ্বিগুণ করা হলো। ইঞ্জিনটি **227°C** এবং **0°C** তাপমাত্রায় কার্য সম্পাদন করতে পারে। **[BB'19]**

(গ) উদ্দীপকের ইঞ্জিনটির দক্ষতা নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) একই পরিমাণ প্রসারণের জন্য উদ্দীপকের আলোকে কোন প্রক্রিয়ায় বেশি কাজ সম্পাদিত হবে তার গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও। ৪

উত্তর

গ. দেওয়া আছে, $T_2 = 273\ K; T_1 = (273+227)\ K = 500\ K \quad \therefore \eta = \left(1-\frac{T_2}{T_1}\right)\times 100\% = 45.4\%$

ঘ. দেওয়া আছে, $n = \frac{16}{2}\ mol = 8\ mol\ ; T = 273\ K; \frac{V_2}{V_1} = 2$

সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় কৃতকাজ, $W_1 = nRT\ln\frac{V_2}{V_1} = 12586.01J$; H_2 গ্যাস দ্বিপরমাণুক $\therefore \gamma = 1.4$

রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ার ক্ষেত্রে, $T_1V_1^{\gamma-1} = T_2V_2^{\gamma-1} \Rightarrow T_2 = T_1\left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1} = 273\times(0.5)^{0.4}\ K = 206.895\ K$

এক্ষেত্রে, কৃতকাজ, $W_2 = \frac{nR}{\gamma-1}(T_1-T_2) = 10991.94\ J \therefore W_1 > W_2$ $\therefore$ সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় বেশি কাজ সম্পাদিত হবে।

36. **A** প্রক্রিয়ায় **2 kg** পানিকে **0°C** তাপমাত্রা থেকে বাষ্পে রূপান্তরিত করা হলো। অন্যদিকে **B** প্রক্রিয়ায় **10°C** তাপমাত্রার **5 kg** পানিকে **100°C** তাপমাত্রার পানিতে পরিণত করা হলো। [পানির আপেক্ষিক তাপ $\mathbf{4200\ Jkg^{-1}K^{-1}}$ এবং পানির বাষ্পীভবনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ $\mathbf{2.26\times10^6\ Jkg^{-1}}$] **[JB'19]**

(গ) উদ্দীপকে **A** প্রক্রিয়ায় মোট প্রয়োজনীয় তাপ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকে কোন প্রক্রিয়ায় বিশৃঙ্খলার মাত্রা বেশি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. 0°C তাপমাত্রার পানিকে 100°C তাপমাত্রার পানিতে নিতে প্রয়োজনীয় তাপ,

$Q_1 = mS\Delta\theta = 2\times4200\times100J = 840000J$

100°C তাপমাত্রার পানিকে 100°C তাপমাত্রার বাষ্পে পরিণত করতে প্রায়োজনীয় তাপ,

$Q_2 = ml_v = 2\times2.26\times10^6J = 45{,}20{,}000J$

$\therefore$ মোট তাপ, $Q = Q_1 + Q_2 = (840000+4520000)J = 53{,}60{,}000J = 5.36MJ$

ঘ.

A প্রক্রিয়ায় এন্ট্রপির পরিবর্তন, $\Delta S_A = ms\ln\frac{T_2}{T_1} + \frac{mL_V}{T_2}$

$= \left\{2\times4200\ln\frac{373}{273} + \frac{2\times2.26\times10^6}{373}\right\}JK^{-1} = 14739.66\ JK^{-1}$

B প্রক্রিয়ায় এনট্রপির পরিবর্তন, $\Delta S_B = m_2 s\ln\frac{T_2}{T_3}$

$= 5\times4200\times ln\frac{373}{283}JK^{-1} = 5798.76\ JK^{-1}$

$\therefore\ \Delta S_A > \Delta S_B$ $\therefore$ Aপ্রক্রিয়ায় বিশৃঙ্খলার মাত্রা বেশি।

$T_1 = 0°C = 273K$

$T_2 = 100°C = 373K$

$L_V = 2.26\times10^6Jkg^{-1}$

$m_1 = 2kg; m_2 = 5kg$

$T_3 = 10°C = 283K; s = 4200$

37. একজন শিক্ষার্থী লিখন **84 kJ** তাপ সরবরাহ করে **30°C** তাপমাত্রায় **5 kg** পানিতে উত্তপ্ত করলো। অপর শিক্ষার্থী নিয়ন তাপ সরবরাহ করে **100°C** তাপমাত্রার পানিকে সম্পূর্ণরূপে বাষ্পে পরিণত করলো। পানির আপেক্ষিক তাপ $\mathbf{4200\ Jkg^{-1}K^{-1}}$ এবং বাষ্পীভবনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ $\mathbf{2.26\times10^6\ Jkg^{-1}}$। **[CB'19]**

(গ) লিখন পানির তাপমাত্রা কতটুকু বৃদ্ধি করেছিল? নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের কোন প্রক্রিয়াটি অধিক পরিবেশ বান্ধব? তোমার উত্তর স্বপক্ষে যুক্তি দাও। ৪

উত্তর

গ. দেওয়া আছে, $m = 5\ kg; s = 4200\ Jkg^{-1}K^{-1}$

$\Delta Q = 84\times10^3\ J; \theta_i = 30°C$

$\therefore \Delta Q = ms\Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = \frac{\Delta\theta}{ms} = \frac{84\times10^3}{5\times4200} = 4°C$

ঘ. যে প্রক্রিয়ায় এনট্রপির মোট পরিবর্তন বা বৃদ্ধি কম হবে, সেই প্রক্রিয়াটি অধিক পরিবেশবান্ধব হবে; কারণ এনট্রপির বৃদ্ধির হার যত হ্রাস পাবে, মহাবিশ্বের তাপীয় সাম্যাবস্থা সংঘটনের সময়কে তত বিলম্বিত করা যাবে।

দেওয়া আছে, $m = 5$ kg ; $s = 4200$ $Jkg^{-1}K^{-1}$

$T_1 = 30°C = 303K$

$T_2 = (30 + 4)°C = 34° = 307K$

$L_V = 2.26 \times 10^6 Jkg^{-1}$

$m_1 = 2kg; m_2 = 5kg$

লিখনের প্রক্রিয়ায়, সিস্টেমের এনট্রপির বৃদ্ধি,

$\Delta S_L = \int_{30+273}^{34+273} \frac{msdT}{T} = ms\ln\frac{T_2}{T_1} = 5\times4200\times\ln\left(\frac{307}{303}\right) = 275.41JK^{-1}$

নিয়নের প্রক্রিয়ায়, সিস্টেমের এনট্রপি বৃদ্ধি, $\Delta S_N = \frac{mL_v}{T} = \frac{5\times 2.26\times10^6}{373}\ JK^{-1}$
$= 30294.91\ JK^{-1}$

Note: [প্রশ্নে নিয়মের ক্ষেত্রে পানির ভর দেওয়া না থাকায় উভয়ক্ষেত্রে ভর সমান বিবেচনা করা হয়েছে।] সুতরাং, লিখনের প্রক্রিয়াটি অধিক পরিবেশবান্ধব।

38. একটি কার্নো ইঞ্জিন সমোষ্ণ প্রসারণ, রুদ্ধতাপীয় প্রসারণ, সমোষ্ণ সংকোচন ও রুদ্ধতাপীয় সংকোচন এ চারটি ধাপে কাজ করে। ইঞ্জিনের তাপ উৎস ও তাপ গ্রাহকের তাপমাত্রা যথাক্রমে **1000°C** ও **500°C**। ধাপ চারটিতে সম্পাদিত কাজের পরিমাণ যথাক্রমে **900J, 800J, 500J** ও **250J**। **[Din.B'19]**

(গ) ইঞ্জিন কর্তৃক মোট সম্পাদিত কাজের পরিমাণ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের ইঞ্জিনটির তাপ উৎসের তাপমাত্রা বাড়ানোর চেয়ে তাপ গ্রাহকের তাপমাত্রা সমপরিমাণ কমালে দক্ষতা আরো বৃদ্ধি পাবে-গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে যথার্থতা যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. ইঞ্জিন কর্তৃক সম্পাদিত মোট কাজ, $W = W_1 + W_2 - W_3 - W_4 = (900 + 800 - 500 - 250)J = 950J$

ঘ. তাপ উৎসের তাপমাত্রা, $T_1 = (1000 + 273)K = 1273\ K$

তাপ গ্রাহকের তাপমাত্রা, $T_2 = (500 + 273)K = 773\ K$

তাপ উৎসের তাপমাত্রা xK বাড়ালে, $\eta = 1 - \frac{773}{1273+x} = \frac{1273+x-773}{1273+x} = \frac{500+x}{1273+x}$

তাপ গ্রাহকের তাপমাত্রা xK কমালে, $\eta' = 1 - \frac{773-x}{1273} = \frac{1273-773+x}{1273} = \frac{500+x}{1273}$ $\therefore \eta' > \eta$

39. একটি তাপ ইঞ্জিনের গৃহীত তাপ ও বর্জিত তাপের অনুপাত **5:2**। উৎসের তাপমাত্রা **110K** বাড়ালে দক্ষতা **70%** হয়। ইঞ্জিনটি তাপ উৎস হতে **1200 J** তাপ গ্রহণ করে। **[All B'18]**

(গ) ইঞ্জিনটির দক্ষতা বের কর। ৩

(ঘ) তাপ উৎসের তাপমাত্রা অপরিবর্তিত রেখে এটিকে কীভাবে প্রত্যাবর্তী ইঞ্জিনে রূপান্তর সম্ভব- বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. ধরি, গৃহীত তাপ = Q_1; বর্জিত তাপ = Q_2

$\therefore$ দক্ষতা, $\eta = \eta = \left(1 - \frac{Q_2}{Q_1}\right) \times 100\% = \left(1 - \frac{2}{5}\right) \times 100\% = 60\%$

ঘ. ধরি, প্রথমে উৎসের তাপমাত্রা T_1, সিংকের তাপমাত্রা T_2

প্রশ্নমতে, $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1+110} \Rightarrow 0.7 = 1 - \frac{T_2}{T_1+110} \Rightarrow T_2 = 33 + 0.3T_1 \ldots\ldots\ldots (i)$

প্রত্যাবর্তী ইঞ্জিন হলে, $\frac{Q_1}{T_1} - \frac{Q_2}{T_2} = 0 \Rightarrow \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{5}{2} \therefore T_1 = 2.5T_2$

(i) হতে, $T_2 = 33 + 0.3 \times 2.5\ T_2 \therefore T_2 = 132K$

$\therefore$ সিংকের তাপমাত্রা 132 K এ রাখলে ইঞ্জিনটি প্রত্যাবর্তী হবে।

40. শহীদ একটি ইঞ্জিন তৈরি করে দাবী করল তার ইঞ্জিনটি কার্নোর প্রত্যাগামী ইঞ্জিন । এটি উৎস হতে গৃহীত তাপের এক চতুর্থাংশ কাজে পরিণত করে বাকী **300J** তাপ গ্রাহকে বর্জন করে। শহীদ তার ইঞ্জিনের তাপ উৎস ও গ্রাহকের তাপমাত্রা পেয়েছিল যথাক্রমে **350K** ও **310K.** **[DB'17]**

(গ) তাপ উৎসের তাপ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) বাস্তবে দেখা গেল তার দাবী সঠিক নয় । ইঞ্জিনটিকে প্রত্যাগামী করতে কী ধরনের পরিবর্তন করতে হবে গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে ব্যাখ্যা কর । ৪

উত্তর

গ. ধরি, উৎস হতে গৃহীত তাপ, $Q_1 = ?$
তাপ গ্রাহকে বর্জিত তাপ, $Q_2 = 300J$
কৃতকাজ, $W = \frac{1}{4}Q_1$
আমরা জানি, $W = Q_1 - Q_2 \Rightarrow \frac{1}{4}Q_1 = Q_1 - 300 \Rightarrow Q_1 = 4Q_1 - 1200 \Rightarrow 4Q_1 - Q_1 = 1200 \Rightarrow 3Q_1 = 1200$
$\Rightarrow Q_1 = \frac{1200}{3}$ $\therefore Q_1 = 400J$ $\therefore$ তাপ উৎসের তাপ 400J

ঘ. শহীদের ইঞ্জিনের ক্ষেত্রে এনট্রপির পরিবর্তন,
$\Delta S = \frac{Q_1}{T_1} - \frac{Q_2}{T_2} = \frac{400}{350} - \frac{300}{310} = 1.143 - 0.968$
$\therefore \Delta S = 0.175\ JK^{-1}$

এখানে, $Q_2 = 300J$
$T_1 = 350K$; $T_2 = 310K$
'গ' থেকে প্রাপ্ত, $Q_1 = 400J$

প্রত্যাবর্তী ইঞ্জিনের ক্ষেত্রে এন্ট্রপির পরিবর্তন, $\Delta S = \frac{Q_1}{T_1} - \frac{Q_2}{T_2} = 0$
যেহেতু, $\Delta S \neq 0$ কাজেই শহীদ এর দাবী সঠিক নয়।
প্রত্যাগামী প্রক্রিয়ার শর্ত অনুযায়ী, $\frac{Q_1}{T_1} = \frac{Q_2}{T_2}$
$\therefore T_1 = \frac{Q_1 \times T_2}{Q_2} = \frac{400 \times 310}{300} = 413.33K$
$\therefore$ তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta T = (413.33 - 350)K = 63.33\ K$
সুতরাং, উৎসের তাপ $T_1 = 413.33K$ করলে বা 63.33K বৃদ্ধি করলে ইঞ্জিনটি প্রত্যাবর্তী হবে। এছাড়া গ্রাহকের তাপমাত্রা পরিবর্তন করেও ইঞ্জিনটিকে প্রত্যাবর্তী করা যায়।

41. পিস্টনযুক্ত একটি সিলিন্ডারে কিছু গ্যাস আবদ্ধ আছে। **300 Pa** স্থির চাপে ধীরে ধীরে **600J** তাপশক্তি সরবরাহ করায় সিস্টেম কর্তৃক সম্পাদিত কাজের পরিমাণ হল **900J**। **[RB'17]**
(গ) গ্যাসের আয়তনের পরিবর্তন নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) "উদ্দীপক অনুসারে শক্তির সংরক্ষণশীল নীতিটি লঙ্ঘিত হয় না।"–গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে এর সত্যতা যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. আমরা জানি,
$W = P\Delta V$ বা, $\Delta V = \frac{W}{P}$
$\Rightarrow \Delta V = \frac{900J}{300Pa}$ $\therefore$ $\Delta V = 3m^3$

এখানে, সমচাপ, $P = 300Pa$
কৃতকাজ, $W = 900J$
আয়তন পরিবর্তন, $\Delta V = ?$

$\therefore$ গ্যাসের আয়তনের পরিবর্তন $3m^3$

ঘ. যখন কোনো সিস্টেমে তাপশক্তি সরবরাহ করা হয় তখন সেই তাপশক্তির কিছু অংশ সিস্টেমের অভ্যন্তরীণ শক্তি বৃদ্ধিতে সহায়তা করে এবং বাকি অংশ দ্বারা সিস্টেম তার পরিবেশের ওপর বাহ্যিক কাজ সম্পাদন করে। এক্ষেত্রে সরবরাহকৃত শক্তি পরিবর্তিত শক্তির সমান হয়, যা শক্তির সংরক্ষণশীল নীতিকে লঙ্ঘন করে না।
উদ্দীপকের সিস্টেমটিতে সরবরাহকৃত শক্তি, $\Delta Q = 600J$; কৃতকাজ, $\Delta W = 900J$
সুতরাং সিস্টেমটির অভ্যন্তরীণ শক্তির পরিবর্তন, $\Delta U = \Delta Q - \Delta W = 600J - 900J = -300J$
অর্থাৎ সিস্টেমটিতে সরবরাহকৃত শক্তির মোট পরিবর্তন
$= \Delta U + \Delta W = -300J + 900J = 600J = \Delta Q =$ সরবরাহকৃত শক্তি
সুতরাং বলা যায়, উদ্দীপকের সিস্টেমটিতে শক্তির সংরক্ষণশীলতা লঙ্ঘিত হয় না।

42. একটি কার্নোইঞ্জিন **510K** তাপমাত্রার উৎস থেকে **1400J** তাপ শোষণ করে গ্রাহকে **800J** তাপ বর্জন করে। **[Ctg.B'17]**
(গ) ইঞ্জিনটির কর্মদক্ষতা নির্ণয় কর । ৩
(ঘ) ইঞ্জিনটির কর্মদক্ষতা **54%** করতে হলে কী কী ব্যবস্থা নেওয়া যেতে পারে তা গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

উত্তর

গ.

আমরা জানি, $\eta = \left(1 - \frac{Q_2}{Q_1}\right) \times 100\% = \left(1 - \frac{800}{1400}\right) \times 100\%$
$= \left(1 - \frac{8}{14}\right) \times 100\% = \frac{6}{14} \times 100\% = 42.86\%$
$\therefore \eta = 42.86\%$

উৎসের তাপমাত্রা, $T_1 = 510\ K$
উৎস হতে শোষিত তাপ, $Q_1 = 1400\ J$;
তাপ গ্রাহকে বর্জিত তাপ, $Q_2 = 800\ J$
ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা, $\eta = ?$

ঘ.

ইঞ্জিনের দক্ষতা 54% করতে হলে,
আমরা জানি, $\frac{Q_1}{T_1} = \frac{Q_2}{T_2} \Rightarrow \frac{1400}{510} = \frac{800}{T_2} \Rightarrow T_2 = \frac{510 \times 800}{1400} = 291.43\ K$
এখন, $\eta' = \left(1 - \frac{T_2}{T'_1}\right) \times 100\% \Rightarrow 54\% = \left(1 - \frac{T_2}{T'_1}\right) \times 100\%$
$\Rightarrow 0.54 = 1 - \frac{291.43}{T'_1} \Rightarrow \frac{291.43}{T'_1} = 1 - 0.54 = 0.46$
$\therefore T'_1 = \frac{291.43}{0.46} = 633.54\ K$
কর্মদক্ষতা 54% করতে হলে উৎসের তাপমাত্রা
$= (633.54 - 510)K = 123.54K$ বৃদ্ধি করতে হবে।

পরিবর্তিত কর্মদক্ষতা, $\eta' = 54\%$
পরিবর্তিত তাপ উৎসের তাপমাত্রা, $T_1' = ?$

43. **একটি কফিপটে নাড়ানীর সাহায্যে খুব জোরে কফি নাড়া হল। ফলে কফির আয়তন $50cm^3$ বৃদ্ধি পেল। একই সময়ে কফিপট হতে 40J তাপ পরিবহন এবং পরিচলন পদ্ধতিতে নির্গত হল। বায়ুর চাপ $= 1 \times 10^5 Nm^{-2}$। [SB'17]**
(গ) কফির উপর কতটুকু কাজ করা হল? ৩
(ঘ) এটি তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্রকে সমর্থন করে কিনা যাচাই করে ব্যাখ্যা কর। ৪

উত্তর

গ. আমরা জানি,
$W = P\Delta V$
$= 1 \times 10^5 Nm^{-2} \times 5 \times 10^{-5} m^3 = 5\ J$

এখানে,
কফির আয়তন বৃদ্ধি, $\Delta V = 50\ cm^3 = 5 \times 10^{-5} m^3$
চাপ, $P = 1 \times 10^5 Nm^{-2}$
কৃতকাজ, $W = ?$

∴ কফির উপর কৃতকাজ 5 J.

ঘ. তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্রানুসারে, যখন কোনো সিস্টেমে তাপশক্তি সরবরাহ করা হয় তখন সেই তাপশক্তির কিছু অংশ সিস্টেমের অভ্যন্তরীণ শক্তি বৃদ্ধিতে সহায়তা করে এবং বাকি অংশ দ্বারা সিস্টেম তার পরিবেশের উপর বাহ্যিক কাজ সম্পাদন করে।
ΔQ পরিমাণ তাপশক্তি সরবরাহ করার ফলে যদি কোনো সিস্টেমের অভ্যন্তরীণ শক্তির পরিবর্তন ΔU এবং সিস্টেম কর্তৃক পরিবেশের উপর বাহ্যিক কাজ ΔW হয় তাহলে, $\Delta Q = \Delta U + \Delta W$
উদ্দীপকের সিসেটেমটিতে 40J তাপ নির্গত হয়। অর্থাৎ সিস্টেম তাপ হারায়। আবার কৃতকাজ ΔW ধনাত্মক অর্থাৎ সিস্টেমের ওপর কোনো কাজ করা হয়নি। বরং সিস্টেম কর্তৃকই কাজ সম্পাদিত হয়।
এক্ষেত্রে, $\Delta Q = -40J$
$\Delta U = -40J - 5J = -45J$
সিস্টেমের অভ্যন্তরীণ শক্তি 45J হ্রাস পায়। উপরের আলোচনা থেকে বলা যায়, উদ্দীপকের প্রক্রিয়াটি তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্রকে সমর্থন করে।

44. **0°C তাপমাত্রার 505g বরফকে 47.5°C তাপমাত্রার 4.8kg পানির সাথে মেশানো হল। [বরফ গলনে আপেক্ষিক সুপ্ততাপ $l_f = 3,36,000 Jkg^{-1}$, পানির আপেক্ষিক তাপ $S = 4200\ Jkg^{-1}K^{-1}$ ও পানির বাষ্পীভবনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ $l_v = 22,68,000\ Jkg^{-1}$] [BB'17]**
(গ) উদ্দীপকে শুধুমাত্র বরফ গলার ফলে এন্ট্রপির কত পরিবর্তন হবে? ৩
(ঘ) তুমি কীভাবে উদ্দীপকের মিশ্রণের মোট এন্ট্রপির পরিবর্তন নির্ণয় করবে তা গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

উত্তর

গ. 0°C তাপমাত্রার বরফকে 0° তাপমাত্রার পানিতে পরিণত করতে এনট্রপির পরিবর্তন,

$\Delta S = \frac{dQ}{T} = \frac{ml_f}{T}$

$\Rightarrow \Delta S = \frac{0.505 kg \times 336000\ Jkg^{-1}}{273\ K}$

$\therefore\ \Delta S = 621.54\ JK^{-1}$

এখানে, বরফের ভর, $m = 505g = 0.505\ kg$

বরফ গলনের সুপ্ততাপ, $l_f = 336000\ Jkg^{-1}$

তাপমাত্রা, $T = (0 + 273)K = 273\ K$

এনট্রপির পরিবর্তন, $\Delta S = ?$

$\therefore$ বরফ গলার ফলে এনট্রপির পরিবর্তন $621.53\ Jk^{-1}$

ঘ. উদ্দীপকের মিশ্রণের মোট এনট্রপির পরিবর্তন নির্ণয় করার জন্য প্রথমে বরফ ও পানির মিশ্রণের তাপমাত্রা নির্ণয় করতে হবে।

এখানে, বরফের ভর, $m = 0.505\ kg$

পানির ভর, $m_1 = 4.8\ kg$

পানির তাপমাত্রা, $\theta_1 = 47.5°C$

পানির গলনের আপেক্ষিক তাপ, $s = 4200\ Jkg^{-1}K^{-1}$

বরফ গলনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ, $l_f = 336000\ Jkg^{-1}$

ধরি, মিশ্রণের তাপমাত্রা $= \theta$

এখন, 0°C তাপমাত্রার বরফ 0°C তাপমাত্রার পানিতে পরিণত হতে গৃহীত তাপ,

$Q_1 = ml_f = 0.505kg \times 336000\ Jkg^{-1} = 169680J$

0°C তাপমাত্রার পানি θ°C তাপমাত্রার পানিতে পরিণত হতে গৃহীত তাপ,

$Q_2 = ms\Delta\theta = 0.505\ kg \times 4200\ Jkg^{-1}K^{-1} \times (\theta - 0)K = 2121\ \theta J$

আবার, 47.5°C তাপমাত্রার পানি θ°C তাপমাত্রার পানিতে পরিণত হতে বর্জিত তাপ,

$Q_3 = m_1 s\Delta\theta = 4.8\ kg \times 4200\ Jkg^{-1}K^{-1} \times (47.5 - \theta)K = 20160(47.5 - \theta)J = (957600 - 20160\theta)J.$

শর্তানুযায়ী, $957600 - 20160\theta = 169680 + 2121\theta$

$\Rightarrow (20160 + 2121)\theta = 957600 - 169680 \Rightarrow 22281\theta = 787920$ বা, $\theta = \frac{787920}{22281}\ \therefore \theta = 35.36°C$

$\therefore$ মিশ্রণের তাপমাত্রা, $T_2 = (35.36 + 273)K = 308.36K$

এখন, বরফ গলনে এন্ট্রপির পরিবর্তন, $\Delta s_1 = 621.54\ JK^{-1}$

0°C বা,273K তাপমাত্রার পানিকে 308.36K তাপমাত্রার পানিতে পরিণত করতে এন্ট্রপির পরিবর্তন ΔS_2 হলে,

$\Delta s_2 = \int_{T_1}^{T_2}\frac{dQ}{T} = \int_{T_1}^{T_2}\frac{msdT}{T} = ms[\ln T]_{T_1}^{T_2} = ms[\ln T_2 - \ln T_1]$

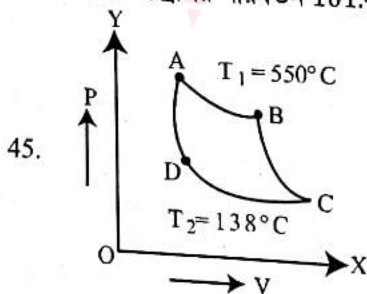
$= 0.505kg \times 4200Jkg^{-1}K^{-1}[\ln 308.36 - \ln 273] = 2121\ JK^{-1} = 258.33JK^{-1}$

আবার, 47.5°C বা, 320.5K তাপমাত্রার m_1 ভরের পানিকে 308.36K তাপমাত্রার পানিতে পরিণত করতে এন্ট্রপির পরিবর্তন Δs_3 হলে, $ds_3 = m_1 s[\ln T_2 - \ln T_1]$

$= 4.8\ kg \times 4200\ Jkg^{-1}K^{-1}\ [\ln 308.36 - \ln 320.5] = -778.465JK^{-1}$

$\therefore$ মোট এন্ট্রপির পরিবর্তন, $\Delta s = \Delta s_1 + \Delta s_2 + \Delta s_3 = 101.4JK^{-1}$

$\therefore$ মোট এন্ট্রপির পরিবর্তন $101.4\ JK^{-1}$

45. 

একটি প্রত্যাবর্তী তাপ ইঞ্জিনের তাপ উৎস এবং তাপ গ্রাহকের তাপমাত্রা যথাক্রমে **550°C** এবং **138°C** । সমোষ্ণ প্রসারণে গৃহীত তাপের পরিমাণ **750 J.** **[BB'17]**

(গ) উদ্দীপকের তাপ ইঞ্জিনের তৃতীয় ধাপে এনট্রপির পরিবর্তন নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের তাপ ইঞ্জিনটির দক্ষতা দ্বিগুণ বৃদ্ধি করতে কী ব্যবস্থা গ্রহণ করা যেতে পারে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. আমরা জানি,

$\frac{Q_1}{T_1} = \frac{Q_2}{T_2} \Rightarrow \frac{750}{823} = \frac{Q_2}{411}$

$\therefore Q_2 = \frac{750 \times 411}{823} = 374.54J$

দেওয়া আছে,
তাপ উৎসের তাপমাত্রা, $T_1 = (550 + 273)K = 823K$
তাপ গ্রাহকের তাপমাত্রা, $T_2 = (138 + 273) = 411K$
গৃহীত তাপ, $Q_1 = 750J$
তৃতীয় ধাপে এনট্রপির পরিবর্তন, $dS = ?$

∴ তৃতীয় ধাপে এনট্রপির পরিবর্তন, $dS = -\frac{Q_2}{T_2} = -\frac{374.54}{411} = -0.91\ JK^{-1}$

ঘ. 19 এর (ঘ) নং এর অনুরূপ

46. **পদার্থবিজ্ঞানের একজন গবেষক সকল দোষত্রুটিমুক্ত একটি তাপ ইঞ্জিন তৈরি করলেন; যা কার্নো ইঞ্জিনের সাথে তুলনীয়। ইঞ্জিনটি 200°C তাপমাত্রায় তাপ উৎস থেকে 600J তাপ গ্রহণ করে এবং গ্রাহকে 400J তাপ বর্জন করে। তিনি বললেন, 'উৎসের তাপমাত্রা পরিবর্তন না করেও যন্ত্রের দক্ষতা 70% করা সম্ভব।'** **[CB'17]**
(গ) তাপ গ্রাহকের তাপমাত্রা নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) গবেষকের উক্তিটি যথার্থ কি-না? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও। ৪

উত্তর

গ. দেওয়া আছে, উৎসের তাপমাত্রা, $T_1 = 200°C = (200 + 273)K = 473K$
গৃহীত তাপ, $Q_1 = 600\ J$
বর্জিত তাপ, $Q_2 = 400\ J$
গ্রাহকের তাপমাত্রা, $T_2 = ?$
কার্নো ইঞ্জিনের ক্ষেত্রে, $\frac{Q_1}{T_1} = \frac{Q_2}{T_2} \Rightarrow T_2 = \frac{T_1 Q_2}{Q_1} = \frac{473 \times 400}{600} = 315.33K$
∴ গ্রাহকের তাপমাত্রা $= (315.33 - 273) = 42.33°C$

ঘ. কার্নো ইঞ্জিনের দক্ষতা 70% করতে হলে, $\eta' = \left(1 - \frac{T'_2}{T_1}\right) \times 100\%$

$\Rightarrow 70\% = \left(1 - \frac{T'_2}{473}\right) \times 100\% \Rightarrow 0.7 = 1 - \frac{T'_2}{473} \Rightarrow \frac{T'_2}{473} = 1 - 0.7$

$\therefore T_2 = 473 \times 0.3 = 141.9\ K$

অর্থাৎ ইঞ্জিনটির তাপ গ্রাহকের তাপমাত্রা 141.9K হলে উৎসের তাপমাত্রা পরিবর্তন না করেও দক্ষতা 70% করা সম্ভব হবে।

47. **একটি তাপ ইঞ্জিনের কার্যকর পদার্থ 600 K তাপমাত্রার উৎস থেকে 1200 J তাপ গ্রহন করে এবং 300 K তাপমাত্রার গ্রাহকে 600 J তাপ বর্জন করে।** **[Din.B'17]**
(গ) তাপ ইঞ্জিনের দক্ষতা নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) তাপ ইঞ্জিনটি প্রত্যাগামী না অপ্রত্যাগামী– গাণিতিক যুক্তিসহ সিদ্ধান্ত দাও। ৪

উত্তর

গ. আমরা জানি,

$\eta = \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) \times 100\%$

বা, $\eta = \left(1 - \frac{300}{600}\right) \times 100\% = \frac{300}{600} \times 100\% = \frac{1}{2} \times 100\% = 50\%$

এখানে, উৎসের তাপমাত্রা, $T_1 = 600K$
গ্রাহকের তাপমাত্রা, $T_2 = 300K$
দক্ষতা, $\eta = ?$

∴ ইঞ্জিনটির দক্ষতা 50%

ঘ. আমরা জানি, $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{T_1}{T_2}$ হলে তাপ ইঞ্জিন প্রত্যাগামী হয়।

উৎসের তাপমাত্রা, $T_1 = 600K$
গৃহীত তাপ, $Q_1 = 1200J$
গ্রাহকের তাপমাত্রা, $T_2 = 300K$
বর্জিত তাপ, $Q_2 = 600J$

$\therefore \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{1200}{600} = 2; \frac{T_1}{T_2} = \frac{600}{300} = 2 \therefore \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{T_1}{T_2}$ ∴ তাপ ইঞ্জিনটি প্রত্যাগামী।

◆ **CQ: বোর্ড স্ট্যান্ডার্ড প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতামূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর**

01. **16g হিলিয়াম গ্যাস একটি সিলিন্ডারে রাখা আছে আদর্শ তাপমাত্রা ও চাপে। এর আয়তন 2 গুণ করা হলো নিম্নোক্ত শর্তে-**
(i) ধ্রুব চাপে (ii) দ্রুত ও (iii) ধীরে
(গ) উপরের গ্যাসটির C_P এবং C_V নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) (ii) এবং (iii) নং শর্তের মধ্যে কোন প্রক্রিয়ায় কাজ বেশি হবে? গাণিতিক যুক্তি সহকারে যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. হিলিয়াম গ্যাসের, $\gamma = 1.67$, $R = 8.31 Jmol^{-1}K^{-1}$

$C_V(\gamma - 1) = R \therefore C_V = \frac{R}{\gamma-1} = \frac{8.31}{1.67-1} = 12.40 Jmol^{-1}K^{-1} \therefore C_P = C_V + R = 12.40 + 8.31 = 20.71 Jmol^{-1}K^{-1}$

ঘ. মোল সংখ্যা $n = \frac{16}{4} = 4mol$; সার্বজনীন গ্যাস ধ্রুবক, $R = 8.31 Jmol^{-1}K^{-1}$; তাপমাত্রা $T_1 = 0°C = 273K$

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{1}{2}$। (iii) শর্তের মধ্যে কৃত কার্য W_1, এক্ষেত্রে গ্যাস সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় প্রসারিত হয়।

$$\therefore W_1 = \int_{V_1}^{V_2} PdV = \int_{V_1}^{V_2} \frac{nRT_1}{V} dV = nRT_1 \int_{V_1}^{V_2} \frac{dV}{V} = nRT_1 \ln\frac{V_2}{V_1} = 4 \times 8.31 \times 273 \times \ln\frac{2}{1} = 6289.98J$$

দ্রুত অর্থাৎ রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় কৃতকার্য W_2

আমরা জানি, $T_1V_1^{\gamma-1} = T_2V_2^{\gamma-1} \therefore T_2 = T_1 \times \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1} = 273 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{1.67-1} = 171.58K$

$W_2 = \frac{nR}{\gamma-1}[T_1 - T_2] = \frac{4\times8.31}{1.67-1} \times (273 - 171.58)J = 5031.64J$

$\because W_1 > W_2$ $\therefore$ সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় কৃতকাজ বেশি হবে।

02. **দ্বাদশ শ্রেণির একজন ছাত্র সাইকেল চালিয়ে কলেজে যাওয়ার সময় হঠাৎ সামনের চাকায় কাঁটা ফুটে দ্রুত বেগে বাতাস বের হতে লাগল এবং ছাত্রটি লক্ষ্য করল নির্গত বাতাস পারিপার্শ্বিকের তুলনায় ঠাণ্ডা। চাকার টিউবের অভ্যন্তরে বায়ুর তাপমাত্রা = 27°C, গ্যাসের চাপ = 1.25 atm, গ্যাসের আয়তন = $1m^3$ এবং $\gamma = 1.4$ ।**
(গ) চাকার টিউব হতে নির্গত গ্যাসের আয়তন স্বাভাবিক চাপে কত হবে? ৩
(ঘ) চাকা হতে নির্গত গ্যাসের তাপমাত্রার তারতম্য কত হতে পারে বলে তুমি মনে কর? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. প্রক্রিয়াটি রুদ্ধতাপীয়

$\therefore P_1V_1^\gamma = P_2V_2^\gamma \Rightarrow \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^\gamma = \frac{P_1}{P_2} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\frac{1}{1.4}}$

$\therefore V_2 = V_1\left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\frac{1}{1.4}} = 1(1.25)^{\frac{1}{1.4}} = 1.173m^3$

$P_1 = 1.25atm$
$P_2 = 1atm$
$V_1 = 1m^3$
$V_2 = ?$
$\gamma = 1.4$

ঘ. রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়া বলে,

$T_1P_1^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = T_2P_2^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}$

$\Rightarrow T_2 = T_1 \times \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = 300 \times (1.25)^{\frac{1-1.4}{1.4}}$

$= 281.47K = 8.47°C$

সুতরাং তাপমাত্রার তারতম্য $= (27 - 8.47)°C = 18.53°C$

এখানে, $\gamma = 1.4$
$P_1 = 1.25atm$
$P_2 = 1atm$
$T_1 = 27°C = 300K$
$T_2 = ?$

অধ্যায় ০২

স্থির তড়িৎ

● এই অধ্যায়ের বিগত বছরসমূহের বোর্ড প্রশ্নের বিশ্লেষণ:

বোর্ড	২০২২					২০২১					২০১৯					২০১৮					২০১৭				
	CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ
	ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ	
ঢাকা	2	1	1	1	4						1	2	1	1	3	2	2	1	1	2	2		1	1	3
রাজশাহী	2	1	2	2	3						1		1	1	2						1	1	1	1	4
চট্টগ্রাম	1	2	2	2	6						1	1	1	1	3							2	1	1	2
সিলেট	1	1	1	1	2						3	2	1	1	4						2	2	1	1	3
বরিশাল	2	2	2	2	5						1	1	1	1	2	সকল বোর্ড						2	1	1	3
যশোর	1	1	1	1	7						1	1	1	1	2						1		1	1	6
কুমিল্লা	1	1	1	1	2						1	2	1	1	4						1	1	1	1	2
দিনাজপুর	2	3	2	2	5						2	2			3						1	1	1	1	3
ময়মনসিংহ		1	1	1	6																				

বি.দ্র.- ২০২০ সালে বোর্ড পরীক্ষা অনুষ্ঠিত হয় নাই এবং ২০১৮ সালে সকল বোর্ডে অভিন্ন প্রশ্ন পদ্ধতিতে পরীক্ষা অনুষ্ঠিত হয়।

গুরুত্বপূর্ণ সংজ্ঞা ও তথ্যাবলি

◈ (i) **বিন্দু চার্জ:** আহিত বা চার্জিত বস্তুর আকার যখন খুবই ক্ষুদ্র হয় তখন ঐ চার্জিত বস্তুর চার্জকে বিন্দু চার্জ বলে।

(ii) **কুলম্বের সূত্র:** কোনো একটি নির্দিষ্ট মাধ্যমে দুটি বিন্দু চার্জের মধ্যে ক্রিয়াশীল আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বলের মান চার্জ দুটির গুণফলের সমানুপাতিক, চার্জ দুটির মধ্যবর্তী দূরত্বের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক এবং এই বল চার্জ দুটির সংযোজক সরলরেখা বরাবর ক্রিয়া করে।

$F \propto \frac{q_1 q_2}{r^2} \Rightarrow F = C\frac{q_1 q_2}{r^2}$

A F B

q_1 r q_2

◈ **তড়িৎ ক্ষেত্র:** কোনো একটি চার্জিত বস্তু তার চারদিকে যে অঞ্চলব্যাপী চার্জের প্রভাব বিস্তার করে সেই অঞ্চলকে ঐ চার্জিত বস্তুর তড়িৎ ক্ষেত্র বলে।

◈ **তড়িৎ ফ্লাক্স:** কোনো তল বা পৃষ্ঠের ভেতর দিয়ে যতগুলো তড়িৎ বলরেখা অতিক্রম করে তাকে তড়িৎ ফ্লাক্স বলে।

(i) তড়িৎ ক্ষেত্র ও তলের অভিলম্ব সমান্তরালে থাকলে তড়িৎ ফ্লাক্স সর্বাধিক হয়।

(ii) তড়িৎ ক্ষেত্র এবং তলের অভিলম্ব যখন সমকোণে থাকে তখন তড়িৎ ফ্লাক্স 0 হবে।

◈ **সুষম তড়িৎ ক্ষেত্র:** কোনো তড়িৎ ক্ষেত্রের সকল বিন্দুতে প্রাবল্য যদি একই হয় তবে ঐ তড়িৎ ক্ষেত্রকে সুষম তড়িৎ ক্ষেত্র বলে।

◈ তড়িৎ বলরেখা: তড়িৎ ক্ষেত্রে একটি মুক্ত ধনাত্মক চার্জ স্থাপন করলে এটি যে পথে পরিভ্রমণ করে তাকে তড়িৎ বলরেখা বলে।
(i) ধনাত্মক চার্জিত পৃষ্ঠ থেকে বের হয়ে ঋণাত্মক পৃষ্ঠে শেষ হয়।
(ii) বলরেখাগুলি ঘন সন্নিবেশিত হলে তড়িৎ প্রাবল্য বৃদ্ধি পায় এবং বলরেখাগুলির ঘনত্ব কম হলে প্রাবল্য হ্রাস পাবে।

◈ তড়িৎ প্রাবল্য: কোনো বিন্দুতে একক আধান বা চার্জের উপর ক্রিয়াশীল বলকে তড়িৎ ক্ষেত্রের প্রাবল্য বলা হয়।

◈ তড়িৎ বিভব: দুটি চার্জিত বস্তুর মধ্যে চার্জের আদান প্রদান যে তড়িৎ অবস্থার দ্বারা নির্ধারিত হয়, তাকে তড়িৎ বিভব বলে।

◈ বিভব পার্থক্য: তড়িৎ ক্ষেত্রের দুটি বিন্দুর মধ্যে তড়িৎ বিভবের ব্যবধানকে বিভব পার্থক্য বলে।

◈ আধান ঘনত্ব: পরিবাহীর পৃষ্ঠের কোনো বিন্দুর চারদিকে প্রতি একক ক্ষেত্রফলের উপরস্থ আধানের পরিমাণকে ঐ বিন্দুর আধান ঘনত্ব বলে।

◈ সমবিভব তল: কোনো তল বা আয়তন যদি এরূপ হয় যে তার বিভব সর্বদা সমান, তবে ঐ তল বা আয়তনকে সমবিভব তল বা আয়তন বলে।
(i) তড়িৎ বলরেখা সমবিভব তলকে সমকোণে ছেদ করে।
(ii) তড়িতাহিত পরিবাহীর তল সর্বদা সমবিভব তল।
(iii) সমবিভব তলের ওপর কোনো আধানকে স্থানান্তর করতে 0 কাজ করতে হয়।

◈ তড়িৎ দ্বিমেরু: দুইটি সমপরিমাণ কিন্তু বিপরীতধর্মী বিন্দুচার্জ পরস্পরের খুব কাছাকাছি অবস্থিত থাকলে তাকে তড়িৎ দ্বিমেরু বলে।

◈ তড়িৎ দ্বিমেরু ভ্রামক: কোনো একটি তড়িৎ দ্বিমেরুর যেকোনো একটি আধানের পরিমাণ এবং তাদের মধ্যবর্তী দূরত্বের গুণফলকে তড়িৎ দ্বিমেরু ভ্রামক বলে। দ্বিমেরু ভ্রামক, $p = q \times 2l$

◈ চার্জের কোয়ান্টায়ন: সকল চার্জিত বস্তুর মধ্যে বিদ্যমান চার্জই e (ক্ষুদ্রতম চার্জ) এর গুণিতক মাত্র। একে চার্জের কোয়ান্টায়ন বলে। অর্থাৎ কোনো বস্তুর চার্জ $\alpha = ne$; যেখানে n একটি পূর্ণসংখ্যা।

◈ পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবক: দুটি নির্দিষ্ট বিন্দুচার্জ একই নির্দিষ্ট দূরত্বে থাকলে শূন্য বা বায়ু মাধ্যমে তাদের মধ্যে ক্রিয়াশীল বল এবং একই দূরত্বে অন্য কোনো মাধ্যমে তাদের মধ্যে ক্রিয়াশীল বলের অনুপাতকে ঐ মাধ্যমের পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবক বলে। $k = \frac{\epsilon}{\epsilon_o}$

◈ ধারক: পরিবাহীতে চার্জ সঞ্চিত রাখার যান্ত্রিক প্রক্রিয়াকে ধারক বলে।

◈ ধারকত্ব: কোনো পরিবাহীর বিভব একক পরিমাণ বৃদ্ধি করতে যে পরিমাণ চার্জের প্রয়োজন হয়, তাই ঐ পরিবাহীর ধারকত্ব।

◈ তুল্য ধারকত্ব: ধারকের কোনো সমবায়ের পরিবর্তে একটি মাত্র ধারক ব্যবহার করলে যদি ধারকের পাতে চার্জ এবং বিভব পার্থক্য সমবায়ের চার্জ ও বিভব পার্থক্যের সমান থাকে, তবে ঐ ধারকের ধারকত্বকে সমবায়ের তুল্য ধারকত্ব বলে।

◈ গাউসীয় তল: একটি চার্জের চারদিকে কল্পিত বদ্ধ তলকে গাউসীয় তল বলে।

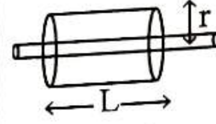
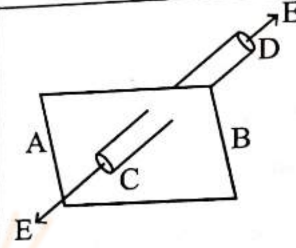
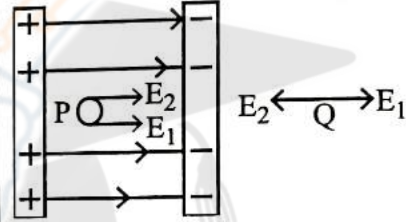
◈ গাউসের সূত্র: কোনো তড়িৎ ক্ষেত্রে অবস্থিত কোনো বদ্ধ কল্পিত তলের তড়িৎ ফ্লাক্স ঐ তল দ্বারা বেষ্টিত মোট আধানের $\frac{1}{\epsilon_o}$ গুণের সমান হবে। $\phi = \frac{q}{\epsilon_o}$

◈ কুলম্ব বলের মান নির্ভর করে-
- ♦ চার্জ দুটির পরিমাণের উপর ♦ চার্জ দুটির মধ্যবর্তী দূরত্বের উপর ♦ চার্জ দুটির মধ্যবর্তী মাধ্যমের উপর
- ♦ কুলম্ব বল মহাকর্ষ বল অপেক্ষা অনেক শক্তিশালী
- ♦ E = 0 হলে V ধ্রুবক। যেমন: ফাঁপা চার্জিত গোলকের অভ্যন্তরে V constant.
- ♦ কোনো গোলকের অভ্যন্তরে যে কোনো বিন্দুর বিভব পৃষ্ঠের বিভব এর মানের সমান।
- ♦ পৃথিবীর বিভব 0 ধরা হয়।

◈ ধারকত্ব যে যে বিষয়ের ওপর নির্ভর করে-
(i) পরিবাহীর ক্ষেত্রফল (ii) মধ্যবর্তী মাধ্যম (iii) পাতদ্বয়ের দূরত্ব (iv) ভূসংযুক্ত পরিবাহীর সান্নিধ্য

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলি

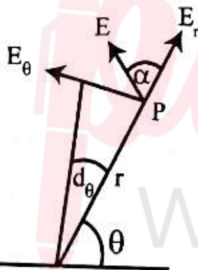
সূত্রাবলি	ব্যবহৃত প্রতীকসমূহ
(i) কুলম্বের সূত্র, $F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1 q_2}{r^2}$ (ii) তড়িৎ বল, $F = qE$ (iii) তড়িৎ প্রাবল্য, $E = -\frac{dV}{dx}$ (iv) তড়িৎ বিভব, $V = \frac{W}{q_0}$ (v) চার্জগ্রস্থ গোলকের পৃষ্ঠে প্রাবল্য, $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_\circ} \cdot \frac{q}{r^2}$ তড়িৎ বিভব, $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_\circ} \cdot \frac{q}{r}$ (vi) তড়িৎ প্রাবল্য, $E = \frac{\sigma}{\epsilon_\circ}$ (vii) তড়িৎ দ্বিমেরু ভ্রামক, $p = q \times 2l$. (viii) সুষম তড়িৎ ক্ষেত্রে (E) অবস্থিত তড়িৎ দ্বিমেরুর ওপর প্রযুক্ত টর্ক, $\tau = pE \sin\theta \Rightarrow \vec{p} \times \vec{E}$ (ix) দ্বিমেরুকে α কোণে ঘুরাতে কৃতকাজ, $W = pE(1 - \cos\alpha)$	E = তড়িৎ প্রাবল্য V = তড়িৎ বিভব x = সরণ $W = q_0$ চার্জকে তড়িৎ ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে আনতে কৃতকাজ q_0 = চার্জ r = গোলকের ব্যাসার্ধ σ = আধান ঘনত্ব q = তড়িৎ দ্বিমেরুর যেকোনো একটি আধান $2l$ = তড়িৎ দ্বিমেরুর আধানদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব
(x) P বিন্দুতে বিভব, $V_P = \frac{1}{4\pi\epsilon_\circ} \cdot \frac{p\cos\theta}{r^2}$ P বিন্দুতে প্রাবল্য, $E_p = \frac{1}{4\pi\epsilon_\circ} \times \frac{p}{r^3}\sqrt{1 + 3\cos^2\theta}$	[চিত্র: E, E_θ, α, E_1, P, r_2, r, r_1, l, θ, l, −q, +q]
(xi) পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবক, $k = \frac{\epsilon}{\epsilon_\circ} = \frac{C}{C_\circ}$ (xii) ধারকত্ব, $C = \frac{Q}{V}$ (xiii) গোলকাকার পরিবাহীর ধারকত্ব, $C = 4\pi\epsilon_\circ r$	V = বিভব পার্থক্য Q = সঞ্চিত চার্জ r = পরিবাহীর ব্যাসার্ধ
(xiv) ধারকের শ্রেণি বিন্যাস, $\frac{1}{C_s} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \cdots\cdots + \frac{1}{C_n}$	[চিত্র: C_1, C_2, C_n, E]
(xv) ধারকের সমান্তরাল বিন্যাস, $C_p = C_1 + C_2 + C_3 + \cdots\cdots + C_n$	[চিত্র: C_1, C_2, C_3, C_n, E]

(xvi) ধারকের স্থিতিশক্তি, $P.E = \frac{1}{2}CV^2$ (xvii) গাউসের সূত্র: $\epsilon_0 \oint_S \vec{E} \cdot \vec{dS} = q$	
(xviii) চার্জিত লম্বা চোঙের তড়িৎ প্রাবল্য, $E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_\circ r}$ (xix) অসীম দৈর্ঘ্যের চার্জিত রেখার জন্য তড়িৎ প্রাবল্য, $E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_\circ r}$	 $\lambda = \frac{q}{L}$ = প্রতি একক দৈর্ঘ্যে চার্জ
(xx) চার্জিত সমতল পরিবাহীর সন্নিকটে প্রাবল্য, $E = \frac{\sigma}{2\epsilon_\circ}$	
(xxi) দুটি চার্জিত সমান্তরাল পাতের ক্ষেত্রে, $E = E_1 + E_2 = \frac{\sigma}{2\epsilon_\circ} \times 2 = \frac{\sigma}{\epsilon_\circ}$	

সহজে মনে রাখার কৌশল

তড়িৎ দ্বিমেরুর ক্ষেত্রে, $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_\circ} \times \frac{p\cos\theta}{r^2}$

$\theta = 0°$ হলে, $V_P = \frac{1}{4\pi\epsilon_\circ} \times \frac{p}{r^2}$; $\theta = 90°$ হলে, $V_P = 0$



অন্য মাধ্যমে: $V_P = \frac{1}{4\pi\epsilon_\circ k} \times \frac{p\cos\theta}{r^2}$

$E_r = \frac{1}{4\pi\epsilon_\circ} \times \frac{2p\cos\theta}{r^3}$; $E_\theta = \frac{1}{4\pi\epsilon_\circ} \times \frac{p\sin\theta}{r^3}$ $\therefore E = \sqrt{E_r^2 + E_\theta^2} \Rightarrow \frac{1}{4\pi\epsilon_\circ} \times \frac{P}{r^3}\sqrt{1 + 3\cos^2\theta}$

E_r এবং E এর মধ্যে কোণ α হলে $\tan\alpha = \frac{1}{2}\tan\theta$

(i) $\theta = 0°$ হলে, $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_\circ} \cdot \frac{2P}{r^3}$

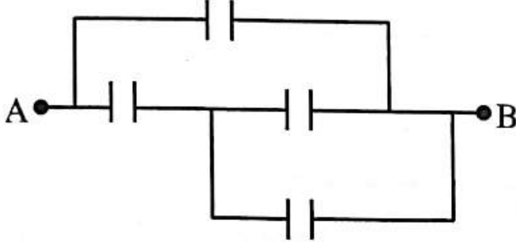
(ii) $\theta = 90°$ হলে, $F = \frac{1}{4\pi\epsilon_\circ} \times \frac{p}{r^3}$

বহুনির্বাচনি প্রশ্ন ও সমাধান

MCQ: বিগত বছরসমূহের বোর্ড প্রশ্ন ও সমাধান

01. সবচেয়ে বেশি আধান থাকে আহিত বস্তুর-[DB'22][Ans: c]
(a) কেন্দ্র (b) অবতল তলে
(c) উত্তল তলে (d) সমতল তলে

02. চিত্রের প্রতিটি ধারকের ধারকত্ব 3 μF। A ও B বিন্দুর মধ্যে কার্যকর ধারকত্ব হবে- [DB'22]



(a) $\frac{3}{4}$μF (b) 3 μF (c) 4 μF (d) 5 μF

সমাধান: (d); কার্যকর ধারকত্ব,

$C_{eq} = \left\{3 + \left(\frac{1}{3} + \frac{1}{3+3}\right)^{-1}\right\}\mu F = 5\mu F$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:

$\pm 5\ \mu C$ চার্জ দুটিকে 4 mm ব্যবধানে রেখে একটি তড়িৎ দ্বিমেরু গঠন করা হলো। দ্বিমেরুটিকে $2 \times 10^4\ NC^{-1}$ প্রাবল্যের তড়িৎ ক্ষেত্রে লম্বভাবে স্থাপন করা হলো।

03. উদ্দীপকে তড়িৎ দ্বিমেরু ভ্রামক কত? [DB'22] [Ans: a]
(a) 2×10^{-8} Cm (b) 1.6×10^{-8} Cm
(c) 1.4×10^{-8} Cm (d) 1.2×10^{-8} Cm

04. দ্বিমেরুটিকে তড়িৎ ক্ষেত্রে লম্বভাবে স্থাপন করতে কত টর্কের প্রয়োজন হবে? [DB'22] [Ans: b]
(a) 6×10^{-4} Nm (b) 4×10^{-4} Nm
(c) 2×10^{-4} Nm (d) 1.2×10^{-4} Nm

05. একটি তড়িৎ দ্বিমেরুর ক্ষেত্রে দূরত্বের সাথে তড়িৎ প্রাবল্য কীরূপ সম্পর্কিত? [RB'22]
(a) $E \propto \frac{1}{r}$ (b) $E \propto \frac{1}{r^2}$ (c) $E \propto \frac{1}{r^3}$ (d) $E \propto \frac{1}{r^4}$

সমাধান: (c); তড়িৎ দ্বিমেরুর ক্ষেত্রে তড়িৎ প্রাবল্য,

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{2p}{r^3} \Rightarrow E \propto \frac{1}{r^3}$$

06. পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবকের একক কোনটি? [RB'22]
(a) $C^2\ N^{-2}m^{-1}$ (b) $C^2\ N^{-1}m^{-1}$
(c) $C^2\ N^{-1}m^{-2}$ (d) একক বিহীন

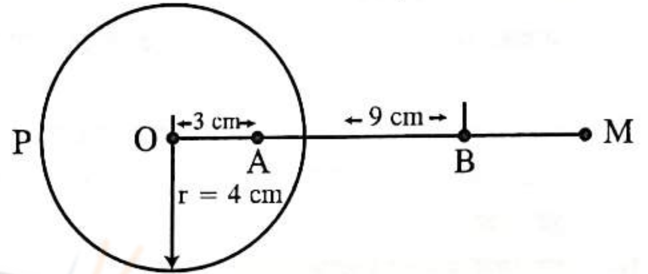
সমাধান: (c); $\epsilon = \frac{Cd}{A} = Fm^{-1} = C^2N^{-1}m^{-2}$

07. সমবিভব তল ও তড়িৎ ক্ষেত্রের মধ্যবর্তী কোণ কত ডিগ্রি? [RB'22, DB'19] [Ans: c]
(a) 0° (b) 45° (c) 90° (d) 180°

08. তড়িৎ ফ্লাক্সের একক কী? [Ctg.B'22, JB'22]
(a) $NC^{-1}m^2$ (b) JC^{-1} (c) V (d) Vm^{-1}

সমাধান: (a); $d\phi = Eds = NC^{-1} \times m^2 = NC^{-1}m^2$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



P একটি ফাঁপা গোলক যার পৃষ্ঠে $+2 \times 10^{-10}$C চার্জ রয়েছে।

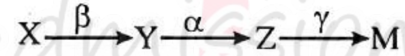
09. A বিন্দুর বিভব কত? [Ctg.B'22, JB'22] [Ans: b]
(a) 35 V (b) 45 V (c) 55 V (d) 60 V

সমাধান: (b); $V_A = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q}{r} = 9 \times 10^9 \times \frac{2\times10^{-10}}{0.04} = 45$ V

10. A বিন্দুর তড়িৎ প্রাবল্যের তুলনায় B বিন্দুর প্রাবল্য কত গুণ? [Ctg.B'22, JB'22]
(a) 3 গুণ (b) 6 গুণ (c) 9 গুণ (d) অসীম

সমাধান: (d); A বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য = 0; $\frac{E_B}{E_A} = \frac{E_B}{0} = \infty$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও:

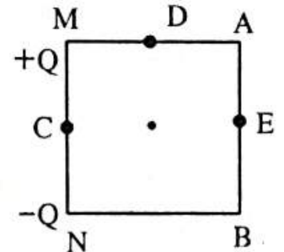


[এখানে α, β ও γ দ্বারা যথাক্রমে Y, X ও Z হতে রশ্মির বিকিরণ বোঝানো হয়েছে। M মৌলের ভরসংখ্যা 210 এবং পারমাণবিক সংখ্যা 82]

11. নিচের কোনটি পোলার ডাইইলেকট্রিক পদার্থ নয়? [Ctg.B'22] [Ans: d]
(a) NH_3 (b) HCl (c) H_2O (d) CH_4

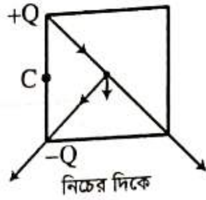
নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:

ABNM একটি বর্গক্ষেত্র যার M ও N বিন্দুতে সমমানের বিপরীতধর্মী দুটি চার্জ স্থাপন করা হয়েছে।



12. বর্গক্ষেত্রের কেন্দ্রে নিট তড়িৎ ক্ষেত্রের দিক বর্গক্ষেত্রের সাপেক্ষে কোন দিকে হবে? [Ctg.B'22, JB'22]
(a) উপরের দিকে (b) নিচের দিকে
(c) ডান দিকে (d) বাম দিকে

সমাধান: **(b)**;

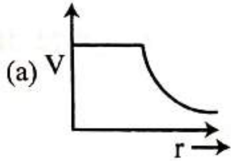


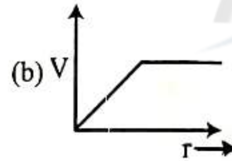
13. কোন বিন্দুতে তড়িৎ ক্ষেত্রের মান সবচেয়ে বেশি হবে? **[Ctg.B'22, JB'22]**
(a) A (b) B (c) C (d) D
সমাধান: **(c)**; MN এর মধ্যবিন্দু C তে তড়িৎ প্রাবল্য বা তড়িৎ ক্ষেত্রের মান সবচেয়ে বেশি হবে।

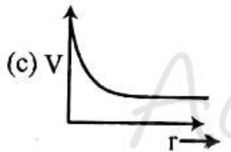
নিচের তথ্য অনুযায়ী পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও।
20 cm ব্যাসার্ধের একটি ফাঁপা গোলককে 5 μC চার্জ প্রদান করা হলো।

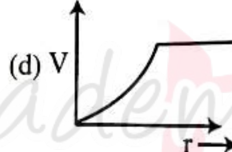
14. গোলকের অভ্যন্তরে তড়িৎ প্রাবল্য কত? **[SB'22, DB'19] [Ans: d]**
(a) অসীম (b) 5.625×10^6 NC^{-1}
(c) 1.125×10^6 NC^{-1} (d) শূন্য

15. চার্জিত গোলকটির তড়িৎ বিভব (V) ও কেন্দ্র হতে দূরত্ব (r) এর মধ্যে কোনটি সঠিক লেখচিত্র? **[SB'22, DB'19] [Ans: a]**

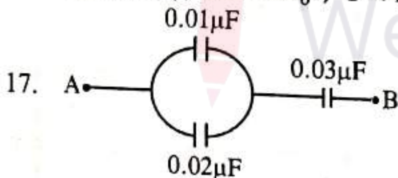
(a) 

(b) 

(c) 

(d) 

16. গোলাকার পরিবাহীর ধারকত্ব এর ব্যাসার্ধের- **[BB'22, CB'22]**
(a) সমানুপাতিক (b) বর্গের ব্যস্তানুপাতিক
(c) ব্যস্তানুপাতিক (d) বর্গের সমানুপাতিক
সমাধান: **(a)**; $C = 4\pi\epsilon_0 r$, $C \propto r$

17. 

[BB'22]

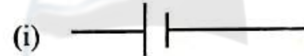
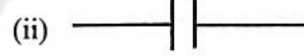
উপরের চিত্রে A ও B বিন্দুর মধ্যে তুল্য ধারকত্ব কত?
(a) 0·015μF (b) 0·03μF
(c) 0·05μF (d) 0·06μF
সমাধান:**(a)**; $C_p = C_1 + C_2 = (0.01 + 0.02)\ \mu F$
$= 0.03\mu F \therefore C_{eq} = \left(\frac{1}{C_p} + \frac{1}{C_3}\right)^{-1} = \left(\frac{1}{0.03} + \frac{1}{0.03}\right)^{-1}$
$= 0.015\ \mu F$

18. প্রবাহ ঘনত্বের একক কোনটি? **[BB'22] [Ans: a]**
(a) Am^{-2} (b) Am (c) mA^{-1} (d) $A^{-1}m^2$

19. একটি সুষম তড়িৎক্ষেত্রে 50 cm ব্যবধানে অবস্থিত দুটি বিন্দুর বিভব পার্থক্য 200 V। প্রাবল্য কত? **[BB'22]**
(a) $50\ Vm^{-1}$ (b) $100\ Vm^{-1}$
(c) $400\ Vm^{-1}$ (d) $1600\ Vm^{-1}$
সমাধান: **(c)**; $d = 50\ cm = 0.5\ m$
$$E = \frac{V}{d} = \frac{200}{0.5} = 400\ Vm^{-1}$$

20. 5C A, 7C B, O, D, C −15C **[BB'22]**

চিত্রে বর্গক্ষেত্রের ৪র্থ কৌণিক বিন্দুতে কত চার্জ স্থাপন করলে কেন্দ্রে বিভব শূন্য হবে?
(a) −3 C (b) 3 C (c) 5 C (d) 7 C
সমাধান: **(b)**; $5 + 7 - 15 + C_D = 0$
$\Rightarrow C_D = 15 - 5 - 7 = 3C$

21. ধারকের প্রতীক— **[JB'22] [Ans: c]**
(i) 
(ii)  (iii) 
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

22. পৃথিবীকে 6400 km ব্যাসার্ধের একটি ধারক মনে করলে ধারকত্ব কত হবে? **[JB'22]**
(a) 320 μF (b) 420 μF (c) 511 μF (d) 711 μF
সমাধান: **(d)**; $C = 4\pi\epsilon_0 r = 4 \times 3.1416 \times 8.854 \times 10^{-12} \times 6400 \times 10^3\ F = 7.11 \times 10^{-4} F = 711\mu F$

23. 100 cm ব্যাসার্ধবিশিষ্ট একটি গোলাকার পরিবাহীর পৃষ্ঠে 5×10^{-11} কুলম্ব চার্জ প্রদান করা হলো। গোলকের কেন্দ্র থেকে 25 cm দূরে তড়িৎ বিভব হবে- **[CB'22]**
(a) 3.6 V (b) 1.8 V (c) 0.9 V (d) 0.45V
সমাধান: **(d)**; $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r}$
$= 9 \times 10^9 \times \frac{5\times10^{-11}}{1}$ [100 cm = 1m] = 0.45 V

24. 5 সে.মি. ব্যাসার্ধের চার্জিত ফাঁপা গোলকের পৃষ্ঠে বিভব 10 V হলে কেন্দ্রে বিভব হবে- **[Din.B'22] [Ans: d]**
(a) 0 V (b) 2 V (c) 5 V (d) 10 V

25. তড়িৎ প্রবেশ্যতার SI একক হলো- **[Din.B'22] [Ans: d]**
(a) $Nm^{-2}\ C^{-2}$ (b) $N^{-1}m^{-2}\ C^{-2}$
(c) $Nm^{-2}\ C^{-2}$ (d) $N^{-1}\ m^{-2}\ C^2$

26. কোনো তড়িৎ দ্বিমেরুর অক্ষের উপর মধ্যবিন্দু হতে r দূরত্বে কোনো বিন্দুতে তড়িৎ বিভব হলো- (যেখানে $p = 2lq$) **[Din.B'22] [Ans: c]**

(a) $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\cdot\frac{p}{(r-l)}$ (b) $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\cdot\frac{p}{(r+l)}$

(c) $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\cdot\frac{p}{(r^2-l^2)}$ (d) $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\cdot\frac{p}{(r^3-l^3)}$

উদ্দীপকটি পড়ে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:

n সংখ্যক C ধারকত্বের ধারককে V ভোল্ট উৎসের সাথে যথাক্রমে শ্রেণি ও সমান্তরালে যুক্ত করা হল।

27. শ্রেণি ও সমান্তরালে তুল্য ধারকত্ব যথাক্রমে C_s ও C_p হলে নিচের কোনটি সঠিক? **[Din.B'22] [Ans: a]**

(a) $C_p = n^2C_s$ (b) $C_p = nC_s$

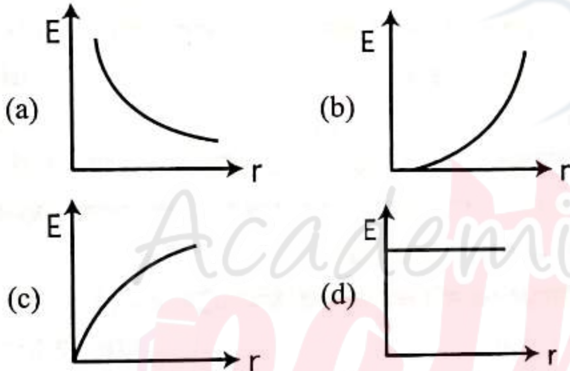
(c) $C_p = \frac{C_s}{n}$ (d) $C_p = \frac{C_s}{n^2}$

28. উদ্দীপকে শ্রেণি ও সমান্তরাল তুল্যধারকের সঞ্চিত শক্তি যথাক্রমে U_s ও U_p হলে নিচের কোনটি সঠিক? **[Din.B'22]**

(a) $U_p = \frac{U_s}{n}$ (b) $U_p = U_s$ **[Ans: d]**

(c) $U_p = nU_s$ (d) $U_p = n^2U_s$

29. তড়িৎ প্রাবল্য ও দূরত্বের মধ্যকার সম্পর্কসূচক লেখচিত্র কোনটি? **[MB'22]**



সমাধান: (a); $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\cdot\frac{q}{r^2}$ $E \propto \frac{1}{r^2}$

30. একটি ধারকের দুই প্রান্তের মধ্যে বিভব পার্থক্য 150 V। ধারকে সঞ্চিত শক্তি 14.9×10^{-7} J। ধারকের ধারকত্ব কত? **[MB'22]**

(a) 1.3×10^{-5} F (b) 6.5×10^{-9} F

(c) 1.3×10^{-10} F (d) 6.5×10^{-10} F

সমাধান: (c); $E = \frac{1}{2}CV^2$

$\Rightarrow C = \frac{2E}{V^2} = \frac{2\times14.9\times10^{-7}}{(150)^2} = 1.3 \times 10^{-10}F$

31. পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 6500 km। এর ধারকত্ব কত? **[MB'22]**

(a) 711 F (b) 722 μF (c) 640 μF (d) 614 μF

সমাধান: (b); $C = 4\pi\epsilon_0 r = 4\pi \times 8.854 \times 10^{-12} \times 6500 \times 10^3 = 723 \times 10^{-6}F = 723\mu F \approx 722\ \mu F$

32. একটি চার্জিত বস্তুকে পৃথিবীর সাথে যুক্ত করলে বস্তুটিতে আধানের পরিমাণ— **[MB'22] [Ans: b]**

(a) বৃদ্ধি পাবে (b) শূন্য হবে

(c) হ্রাস পাবে (d) অপরিবর্তিত থাকবে

33. তড়িৎ ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুর বিভব হচ্ছে- **[MB'22][Ans: c]**

(a) অসীম দূর থেকে একক ঋণাত্মক চার্জ আনতে কৃতকাজ

(b) ঐ বিন্দুতে একক ধনাত্মক চার্জের ওপর ক্রিয়াশীল বল

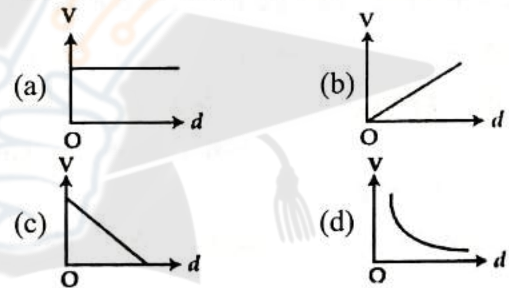
(c) অসীম দূর থেকে একক ধনাত্মক চার্জ আনতে কৃতকাজ

(d) ঐ বিন্দুতে একক ঋণাত্মক চার্জের ওপর ক্রিয়াশীল বল

34. ভোল্ট এর তুল্য একক কোনটি? **[MB'22] [Ans: a]**

(a) JC^{-1} (b) JC (c) NC^{-1} (d) Nm^{-1}

35. একটি সমান্তরাল পাত ধারকের তড়িৎ প্রাবল্য স্থির রাখতে হলে তড়িৎ বিভব (V) ও পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্বের (D) মধ্যকার সম্পর্ক নিম্নের কোন গ্রাফটি নির্দেশ করে? **[RB'19]**



সমাধান: (b); $E = \frac{V}{d} \Rightarrow V = Ed \therefore V \propto d$

36. এস.আই পদ্ধতিতে কুলম্বের সূত্রের সমানুপাতিক ধ্রুবকের মান – **[RB'19][Ans: a]**

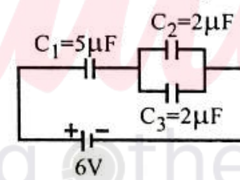
(a) $9 \times 10^9 Nm^2C^{-2}$

(b) $8.854 \times 10^{-12} C^2N^{-1}m^{-2}$

(c) $8.854 \times 10^{-12} Nm^2C^{-2}$

(d) $9 \times 10^9 C^2N^{-1}m^{-2}$

নিচের চিত্রের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



37. বর্তনীর তুল্য ধারকত্ব কত? **[Ctg.B'19]**

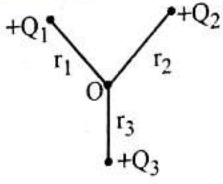
(a) 0.5 μF (b) 2 μF (c) 5 μF (d) 8 μF

সমাধান: (b); $\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{5} + \frac{1}{2+2}$; $C_{eq} = 2.22\mu F$

38. বর্তনীটির C_1 ধারককে C_2 ও C_3 এর সহিত সমান্তরালে সংযুক্ত করলে সঞ্চিত শক্তির মান পূর্বের মানের কত গুণ হবে? **[Ctg.B'19]**

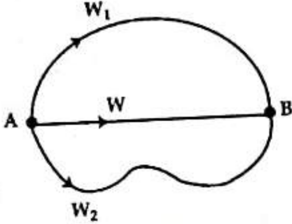
(a) এক গুণ (b) দুই গুণ (c) চার গুণ (d) আট গুণ

সমাধান: (c); প্রথম ক্ষেত্রে, $U_1 = \frac{1}{2}C_{eq}V^2$; দ্বিতীয় ক্ষেত্রে, $U_2 = \frac{1}{2}C'_{eq}V^2 \therefore \frac{U_2}{U_1} = \frac{C'_{eq}}{C_{eq}} = \frac{2+2+5}{2.22} = 4.05$

39. 

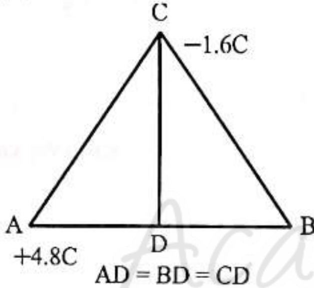
ওপরের চিত্রানুযায়ী 'O' বিন্দুতে তড়িৎ বিভব নির্ণয়ের সমীকরণ কোনটি? [যেখানে $n = 1, 2, 3$] [Ctg.B'19] [Ans: a]

(a) $V = \sum_n \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_n}{r_n}$ (b) $V = \sum_n \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_n}{r_n^2}$
(c) $V = \sum_n 4\pi\epsilon_0 \cdot \frac{Q_n}{r_n}$ (d) $V = \sum_n \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_n^2}{r_n^2}$

40. 

চিত্র অনুযায়ী তিনটি ভিন্ন পথে একটি একক ধনাত্মক আধান A থেকে B-তে যেতে যদি W_1, W ও W_2 কাজ সম্পন্ন করে, যখন বিভব $V_A > V_B$, তবে নিচের কোনটি সঠিক? [SB'19, CB'19] [Ans: c]

(a) $W_1 > W_2 > W$ (b) $W_1 > W > W_2$
(c) $W = W_1 = W_2$ (d) $W < W_1 < W_2$

41. 

[SB'19]

B বিন্দুতে কত চার্জ স্থাপন করলে D বিন্দুতে মোট তড়িৎ বিভব শূন্য হবে?

(a) −4.8 C (b) −3.2 C (c) +1.6 C (d) +3.2 C

সমাধান: (b); $V_D = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \left(\frac{q_A}{AD} + \frac{q_B}{BD} + \frac{q_C}{CD}\right)$
$= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \left(\frac{q_A+q_B+q_C}{AD}\right) V_D = 0; q_A + q_B + q_C = 0$
$\therefore q_B = -(4.8 - 1.6)C = -3.2C$

42. $5\ NC^{-1}$ প্রাবল্যের সুষম তড়িৎক্ষেত্রে অবস্থিত দুটি বিন্দুর দূরত্ব 10 cm হলে, এদের বিভব পার্থক্য কত? [SB'19]

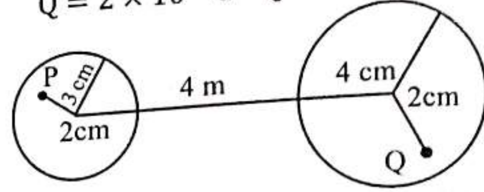
(a) 0.02V (b) 0.5V (c) 2.0V (d) 50V

সমাধান: (b); $V = Ed = 5 \times 0.1 = 0.5V$

43. $\oint E ds = \frac{q}{\epsilon_0}$, এটি– [SB'19, CB'22][Ans: a]

(a) গাউসের সূত্র (b) অ্যাম্পিয়ারের সূত্র
(c) বায়োট-স্যাভার্টের সূত্র (d) ফ্যারাডের সূত্র

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পড়ে দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



চিত্র-ছোট গোলক চিত্র-বড় গোলক

[BB'19]

44. উদ্দীপক অনুসারে –
(i) P বিন্দুতে বিভব Q বিন্দুতে বিভবের চেয়ে বেশি
(ii) P ও Q বিন্দুর প্রাবল্য শূন্য
(iii) ছোট গোলকের ধারকত্ব বড় গোলকের ধারকত্বের চেয়ে বেশি

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

সমাধান: (a); P ও Q বিন্দুদ্বয় যথাক্রমে ছোট ও বড় গোলকের অভ্যন্তরে অবস্থিত। ∴ P বিন্দুতে বিভব $= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r_1}$; Q বিন্দুতে বিভব $= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r_2}$। যেহেতু, $r_1 < r_2$ ∴ P বিন্দুতে বিভব > Q বিন্দুতে বিভব। পরিবাহী গোলকের অভ্যন্তরে প্রাবল্য শূন্য বলে P ও Q বিন্দুতে প্রাবল্য শূন্য। গোলকের ধারকত্ব, $C \propto r$। তাই বড় গোলকের ধারকত্ব বেশি।

45. গোলকদ্বয়ের সংযোজক সরলরেখার কোন বিন্দুতে লব্ধি প্রাবল্য শূন্য হবে? [BB'19]

(a) 1.0 m (b) 1.3 m (c) 2.0 m (d) 3.6 m

সমাধান: (c); যেহেতু উভয় গোলকে সমপরিমাণ চার্জ আছে, সুতরাং গোলকদ্বয়ের সংযোজক সরলরেখার মধ্যবিন্দুতে লব্ধি প্রাবল্য শূন্য হবে।

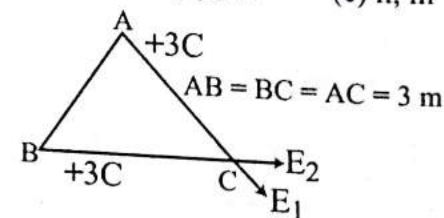
46. নিম্নের কোনটি কাচের ডাই ইলেকট্রিক ধ্রুবক? [JB'19][Ans: c]

(a) 1.00 (b) 2.3
(c) 5.10 (d) 7.0

47. দুটি চার্জের মধ্যকার বলের মান নির্ভর করে– [JB'19][Ans: d]
(i) চার্জের পরিমাণের ওপর (ii) মধ্যবর্তী দূরত্বের ওপর
(iii) ডাই-ইলেকট্রিক ধ্রুবকের ওপর

নিচের কোনটি সঠিক?

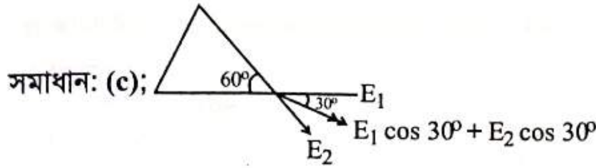
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

48. 

; C বিন্দুতে লব্ধি ক্ষেত্র প্রাবল্য কত হবে? [CB'19]

(a) $1.5 \times 10^9\ NC^{-1}$ (b) $3.0 \times 10^9\ NC^{-1}$
(c) $5.2 \times 10^9\ NC^{-1}$ (d) $60 \times 10^9\ NC^{-1}$

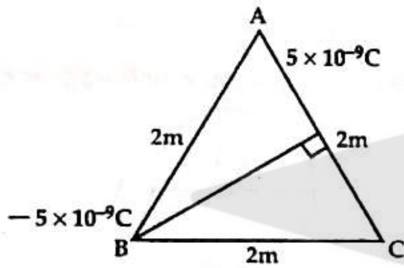
সমাধান: (c);



$E_1 = E_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\cdot\frac{q}{r^2} = 9\times10^9\times\frac{3}{3^2}\ NC^{-1}$
$= 3\times10^9 NC^{-1}$ ∴ লব্ধি $= 2E_1\cos 30^\circ$
$= 3\sqrt{3}\times10^9\ NC^{-1} = 5.2\times10^9\ NC^{-1}$

49. চার্জিত ধারকে সঞ্চিত শক্তির রাশিমালা কোনটি? **[Din.B'19]**
(a) $U = \frac{1}{2}C^2V$ (b) $U = \frac{1}{2}\cdot\frac{V^2}{C}$ **[Ans: c]**
(c) $U = \frac{1}{2}QV$ (d) $U = \frac{1}{2}\cdot\frac{Q}{C^2}$

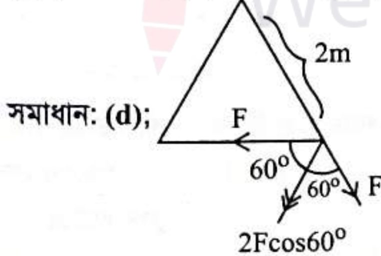
চিত্রটি লক্ষ কর এবং পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



50. B বিন্দুতে অবস্থিত চার্জের জন্য AC এর মধ্যবিন্দুতে বিভবের মান কত? **[Din.B'19]**
(a) 9.00 V (b) 11.25 V (c) 20.12 V (d) 22.50 V
সমাধান: (সঠিক উত্তর নেই); ধরি, AC এর মধ্যবিন্দু D
$\therefore BD = \sqrt{BC^2 - CD^2} = \sqrt{2^2 - 1^2}\ m = \sqrt{3}\ m$
B বিন্দুতে অবস্থিত চার্জের জন্য D বিন্দুতে বিভব,
$\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\times\frac{(-5\times10^{-9})}{\sqrt{3}}V = -9\times10^9\times\frac{5\times10^{-9}}{\sqrt{3}}V$
$= -25.98V$; বিভবের মান $-25.98V$

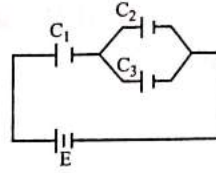
51. C বিন্দুতে 2C- এর একটি আধান স্থাপন করলে আধানটি–
(i) 22.5 N বল অনুভব করবে **[Din.B'19]**
(ii) AB- এর সমান্তরালে গতিশীল হবে
(iii) বহিঃস্থ ∠C- এর দ্বিখন্ডক রেখা বরাবর গতিশীল হবে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

সমাধান: (d);



$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\times\frac{2\times5\times10^{-9}}{2^2} = 22.5N$
লব্ধি AB এর সমান্তরালে এবং ∠C এর বহিঃস্থ কোণের সম সমদ্বিখন্ডকরেখা বরাবর গতিশীল হবে।
$\therefore$ লব্ধি $= 2F\cos 60^\circ = 2F\times\frac{1}{2} = F = 22.5$ N

নিচের বর্তনীটির আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



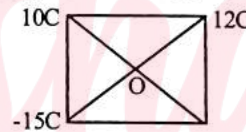
$C_1 = 100\mu F$
$C_2 = 200\mu F$
$C_3 = 300\mu F$
$E = 12Volt$

52. বর্তনীর তুল্য ধারকত্ব কত হবে? **[All B'18]**
(a) $8.33\times10^{-6}F$ (b) $83.3\times10^{-6}F$
(c) $833.3\times10^{-6}F$ (d) $8333.3\times10^{-6}F$
সমাধান: (b); $C = \frac{100\times500}{100+500} = 83.33\mu F$
$= 83.33\times10^{-6}F$

53. উদ্দীপকের বর্তনী অনুসারে সঞ্চিত শক্তি ও ধারকগুলো সমান্তরালে সংযুক্ত অবস্থায় সঞ্চিত শক্তির অনুপাত কত? **[All B'18]**
(a) 7.2:1 (b) 1:7.2 (c) 1:0.138 (d) 0.138:1
সমাধান: (b); $U_1 = \frac{1}{2}CV^2$
$= \frac{1}{2}\times(83.33\times10^{-6})\times12^2$
$= 6\times10^{-3}J$; $U_2 = \frac{1}{2}C'V^2$
$= \frac{1}{2}\times(100+200+300)\times10^{-6}\times12^2$
$= 0.0432J$ ∴ অনুপাত $= \frac{U_1}{U_2} = 1:7.2$

54. একটি আহিত ধারকের সঞ্চিত শক্তির পরিমাণ হলো–
[DB'17] [Ans. b]
(i) $U = \frac{1}{2}QV^2$ (ii) $U = \frac{1}{2}CV^2$ (iii) $U = \frac{1}{2}\cdot\frac{Q^2}{C}$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

55. **[DB'17][Ans. a]**



চিত্রে বর্গক্ষেত্রের ৪র্থ কৌণিক বিন্দুতে কত চার্জ স্থাপন করলে কেন্দ্রে বিভব শূন্য হবে?
(a) −7C (b) −3C (c) 5C (d) 7C

56. নিচের কোন সমীকরণটি ভুল? **[DB'17] [Ans. c]**
(a) $E = hf$ (b) $I = I_s + I_g$
(c) $F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\cdot\frac{q_1q_2}{d}$ (d) $C = \frac{Q}{V}$

উদ্দীপকটি পড় এবং পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
একটি তড়িৎ দ্বিমেরুর চার্জদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব 3×10^{-10}cm এবং দ্বিমেরুর লম্ব দ্বিখণ্ডকের উপর দ্বিমেরুর কেন্দ্র হতে 3 cm দূরে বায়ু মাধ্যমে তড়িৎক্ষেত্রের প্রাবল্য $3\times10^{-6}NC^{-1}$।

57. উদ্দীপকে উল্লিখিত তড়িৎ দ্বিমেরুর চার্জের পরিমাণ কত? [BB'17, RB'17]

(a) $9 \times 10^{-9}C$ (b) $4.5 \times 10^{-9}C$
(c) $3 \times 10^{-9}C$ (d) $1.5 \times 10^{-9}C$

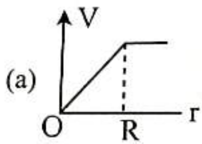
সমাধান: (c); $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{p}{r^3}$
এখানে, $E = 3 \times 10^{-6}NC^{-1}$, $r = 3 \times 10^{-2}m$,
$p = q \times 3 \times 10^{-12}m, q = 3 \times 10^{-9}C$

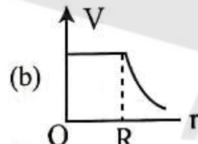
58. উল্লেখিত তড়িৎ দ্বি-মেরুর কেন্দ্র হতে অক্ষ বরাবর 3cm দূরে বায়ু মাধ্যমে তড়িৎক্ষেত্রের প্রাবল্য পূর্বেকার তুলনায়– [BB'17, RB'17]

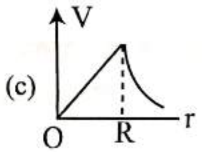
(a) দ্বিগুণ (b) সমান (c) অর্ধেক (d) এক-চতুর্থাংশ

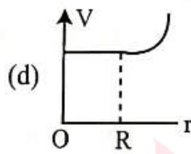
সমাধান: (a); $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{2p}{r^3}$

59. চার্জিত ফাঁপা গোলকের কেন্দ্র হতে দূরত্ব বৃদ্ধির সাথে বিভবের পরিবর্তন কোন লেখচিত্র প্রযোজ্য? (R = গোলকের ব্যাসার্ধ) [Ctg.B'17][Ans. b]

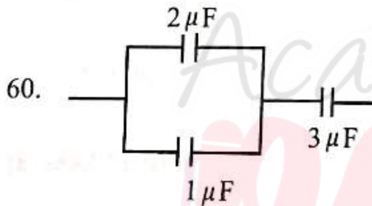
(a)


(b)


(c)


(d)


60. [Ctg.B'17]



উদ্দীপকের বর্তনীর তুল্য ধারকত্ব কত?

(a) 6.0 μF (b) 4.5 μF (c) 1.5 μF (d) 0.67μF

সমাধান: (c); 2μF ও 1 μF সমান্তরালে বলে তুল্য ধারকত্ব হবে 3μF। 3μF ও 3μF শ্রেণিতে বলে তাদের তুল্য ধারকত্ব হচ্ছে $\left(\frac{1}{3}+\frac{1}{3}\right)^{-1} = 1.5\mu F$

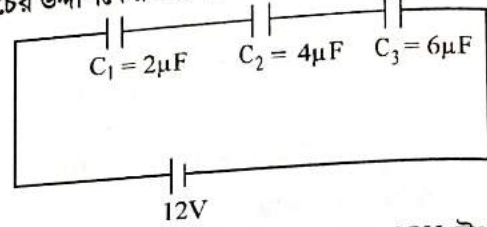
61. তড়িৎ দ্বিমেরুর ক্ষেত্রে– [SB'17][Ans. a]

(i) তড়িৎ দ্বিমেরু ভ্রামক ভেক্টর রাশি
(ii) তড়িৎ দ্বিমেরু অক্ষের উপর তড়িৎ প্রাবল্য সর্বোচ্চ
(iii) তড়িৎ দ্বিমেরুর সমদ্বিখণ্ডকের উপর তড়িৎ বিভব সর্বোচ্চ

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও:



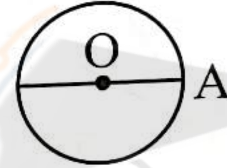
উদ্দীপকের বর্তনীতে তিনটি ধারককে 12V উৎসের সাথে যুক্ত করা হল।

62. C_2 ধারকের দু'পাতের বিভব পার্থক্য কত? [SB'17]

(a) 12 V (b) 6.57 V (c) 3.27 V (d) 2.16 V

সমাধান: (c); $C = \frac{Q}{V} \Rightarrow Q = CV = \left(\frac{1}{2}+\frac{1}{4}+\frac{1}{6}\right)^{-1} \times 12 = \frac{144}{11} \therefore V_{C_2} = \frac{\frac{144}{11}}{4} = 3.27V$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



d ব্যাসের এই গোলকটির ধারকত্ব C। এর কেন্দ্র O এবং A পৃষ্ঠের উপর একটি বিন্দু। গোলকটির চার্জ q।

63. গোলকটির ধারকত্ব কত? [BB'17]

(a) $\frac{1}{4\pi\epsilon_0 d}$ (b) $\frac{1}{2\pi\epsilon_0 d}$ (c) $2\pi\epsilon_0 d$ (d) $4\pi\epsilon_0 d$

সমাধান: (c); আমরা জানি, গোলকের জন্য ধারকত্ব, $C = 4\pi\epsilon_0 r \Rightarrow C = 2\pi\epsilon_0 d$ [d = 2r]

64. উল্লিখিত উদ্দীপকের ক্ষেত্রে- [BB'17][Ans. d]

(i) O বিন্দুতে বিভব $\frac{q}{2\pi\epsilon_0 d}$ (ii) O বিন্দুতে প্রাবল্য শূন্য
(iii) A বিন্দুতে বিভব $\frac{q}{2\pi\epsilon_0 d}$

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

65. একটি চার্জিত ধারকের সঞ্চিত শক্তির সমীকরণ হচ্ছে- [BB'17][Ans. a, c]

(a) $U = \frac{1}{2}CV^2$ (b) $U = \frac{1}{2}C^2V$
(c) $U = \frac{1}{2}QV$ (d) $U = \frac{1}{2}QV^2$

নিচের উদ্দীপকটি পড়ে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নে উত্তর দাও:

একটি সমান্তরাল পাত ধারকের প্রত্যেক পাতের ক্ষেত্রফল $1.5m^2$ এবং এর মাঝে 1mm পুরু বায়ুস্তর রয়েছে।

66. ধারকের ধারকত্ব কত হবে? [BB'17]

(a) $3.27 \times 10^{-8}F$ (b) $1.327 \times 10^{-8}F$
(c) $0.327 \times 10^{-8}F$ (d) $1.327 \times 10^{8}F$

সমাধান: (b); $C = \frac{\epsilon_0 A}{d} = \frac{8.854 \times 10^{-12} \times 1.5}{1 \times 10^{-3}} = 1.327 \times 10^{-8}F$

67. ধারকটির ধারকত্ব বৃদ্ধির জন্য পাত দুটিকে– [BB'17] [Ans: c]

(i) দূরে সরাতে হবে (ii) কাছাকাছি আনতে হবে

(iii) বড় করতে হবে

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i,ii, iii

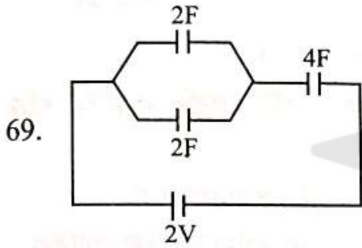
68. একটি চার্জিত গোলাকার পরিবাহীর– [BB'17] [Ans: b]

(i) অভ্যন্তরে প্রাবল্য শূন্য (ii) অভ্যন্তরে বিভব শূন্য

(iii) পৃষ্ঠের সকল বিন্দুর বিভব সমান

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i,ii, iii

69. 

উপরে প্রদত্ত বর্তনীর তুল্য ধারকত্ব কত? [CB'17]

(a) 2F (b) 4F (c) 8F (d) 10F

সমাধান: (a); $C_s = 2 + 2 = 4F$, $C_3 = 4F$

$\therefore\ C_p = (4^{-1} + 4^{-1})^{-1} = 2F$

70. একটি চার্জিত সমতল পরিবাহীর সন্নিকটে তড়িৎ প্রাবল্যের মান কোনটি? [CB'17][Ans. a]

(a) $E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$ (b) $E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$ (c) $E = \frac{2\sigma}{\epsilon_0}$ (d) $E = \frac{3\sigma}{2\epsilon_0}$

71. বায়ুতে একটি সমান্তরাল পাতধারকের প্রতি পাতে চার্জের তলমাত্রিক ঘনত্ব $8.854 \times 10^{-12} Cm^{-2}$ । ধারকের অভ্যন্তরে $k = 5$ পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবকযুক্ত পদার্থ প্রবেশ করানো হলে তড়িৎ প্রাবল্য হবে–

(a) $0.02\ NC^{-1}$ (b) $0.2\ NC^{-1}$

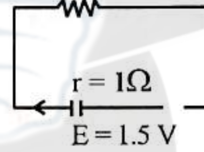
(c) $0.5\ NC^{-1}$ (d) $1.0\ NC^{-1}$

সমাধান: (b); $E = \frac{q}{4\pi r^2} \times \frac{1}{E_0 k}$

$= 8.854 \times 10^{-12} \times \frac{1}{8.854 \times 10^{-12}} \times \frac{1}{5} = 0.2$

72. তড়িৎক্ষেত্রের দিক নির্ণয়ে ব্যবহৃত হয়- [Din.B'17][Ans. b]

(a) বিন্দু চার্জ (b) পরখ চার্জ (c) বদ্ধচার্জ (d) মুক্তচার্জ



73. বায়ুতে–4C ও 5C মানের দুটি চার্জের মধ্যবর্তী দূরত্ব অসীম। এদের মধ্যে ক্রিয়াশীল বল হল- [Din.B'17][Ans. d]

(a) −0.1 N (b) −0.2 N (c) −0.3 N (d) 0 N

◆ MCQ: বিভিন্ন লেখকের মূল বইয়ের অনুশীলনীর প্রশ্ন ও সমাধান

প্রফেসর মোহাম্মদ ইস্‌হাক স্যার

01. দুটি আধানের মধ্যবর্তী দূরত্ব তিনগুণ করা হলে বলের পরিবর্তন কতগুণ হবে?

(a) $\frac{1}{9}$ (b) 9 (c) $\frac{1}{3}$ (d) 3

সমাধান: (a); আমরা জানি, দুটি আধানের মধ্যবর্তী দূরত্ব r হলে ক্রিয়াশীল বল, $F \propto \frac{q_1 q_2}{r^2}$। সুতরাং r তিনগুণ করা হলে $F = \frac{1}{9}$ গুণ হবে।

02. কোনো তলের সঙ্গে সংশ্লিষ্ট তড়িৎ ফ্লাক্স সর্বাধিক হয় যদি ঐ তলের অভিলম্বের সাথে বলরেখার কোণ হয়– [Ans: a]

(a) 0° (b) 45°

(c) 90° (d) 135°

03. সুষমভাবে আহিত ফাঁপা গোলকের জন্য তার কেন্দ্র থেকে r দূরত্বে (r > R) তড়িৎ প্রাবল্য হলো- [Ans: c]

(a) $E \propto r$ (b) $E \propto \frac{1}{r}$ (c) $E \propto \frac{1}{r^2}$ (d) $E \propto r^2$

04. একটি আধান Q-কে কেন্দ্র করে R ব্যাসার্ধের একটি গোলীয় গাউসীয় তল কল্পনা করা হলো। ব্যাসার্ধ দ্বিগুণ করা হলে বহির্মুখী তড়িৎ ফ্লাক্স —

(a) চারগুণ বৃদ্ধি পাবে (b) অর্ধেক হবে

(c) একই থাকবে (d) দ্বিগুণ হবে

সমাধান: (c); $\varphi = \frac{pq}{\epsilon_0}$ তড়িৎ ফ্লাক্স, ব্যাসার্ধের ওপর নির্ভর করে না।

05. নিচের কোনটি অন্তরক?

(a) লোহা (b) সিরামিক

(c) বিসমাথ (d) সিলিকন

সমাধান: (b); অন্তরক পদার্থ: কাঁচ, কাঠ, ইবোনাইট, সিরামিক, রাবার, প্লাস্টিক।

06. যখন 8 mC চার্জ 12V বিভব পার্থক্য অতিক্রম করে তখন কী পরিমাণ বিদ্যুৎ শক্তি রূপান্তরিত হয়?

(a) 96 J (b) 48 J (c) 0.096 J (d) 0.048 J

সমাধান: (c); $V = \frac{W}{Q} \Rightarrow W = VQ$

$= 12 \times 8 \times 10^{-3} = 0.096$ J.

07. পরস্পর থেকে 1m দূরত্বে অবস্থিত 1A তড়িৎ প্রবাহবাহী তারের প্রতি 1m দৈর্ঘ্যে যে বল ক্রিয়া করে তার মান- **[Ans: a]**
(a) 2×10^{-7}N (b) 4×10^{-7}N
(c) $2\pi \times 10^{-7}$N (d) $4\pi \times 10^{-7}$N

08. সবচেয়ে বেশি আধান থাকে আহিত বস্তুর- **[Ans: d]**
(a) কেন্দ্রে (b) অবতল তলে
(c) সমতল তলে (d) উত্তল তলে

09. আপেক্ষিক ভেদনযোগ্যতা সবচেয়ে বেশি-
(a) অভ্রের (b) ইবোনাইটের
(c) কাঁচের (d) পলিথিনের
সমাধান: (a); অভ্রের ভেদনযোগ্যতার মান = 7
ইবোনাইটের ভেদনযোগ্যতার মান = 2.8
কাঁচের ভেদনযোগ্যতার মান = 5.1
পলিথিনের ভেদনযোগ্যতার মান = 2.3

10. কুলম্বের সূত্রের ভেক্টররূপ- **[Ans: c]**
(a) $\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q_1q_2}{r^2}\vec{r}$ (b) $\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q_1q_2}{r^3}$ r
(c) $\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q_1q_2}{r^3}\vec{r}$ (d) $\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q_1q_2}{r}\hat{r}$

11. আধান ঘনত্বের একক কী?
(a) cm^{-3} (b) cm^{-2} (c) cm^2 (d) cm^3
সমাধান: (b); $\sigma = \frac{Q}{A}$ = আধান ঘনত্ব

12. একটি আহিত বস্তুকে পৃথিবীর সাথে যুক্ত করলে বস্তুটিতে আধানের পরিমাণ – **[Ans: d]**
(a) বৃদ্ধি পাবে (b) হ্রাস পাবে
(c) অপরিবর্তিত থাকবে (d) শূন্য হবে

13. কোনো গোলকের পৃষ্ঠে 20 C মানের 10 টি আধান সুষমভাবে ছড়িয়ে দেওয়া হয়। উক্ত গোলকের ব্যাসার্ধ 15 cm। গোলকের কেন্দ্র হতে 5 cm দূরে বিভব কত?
(a) 1.2×10^{13} V (b) 3.6×10^{13} V
(c) 8×10^{13} V (d) 7.2×10^{14} V
সমাধান: (a); গোলকের ভিতরে কোন বিন্দুতে বিভব পৃষ্ঠের বিভব এর সমান। $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{q}{r}$.
$\therefore V = 9 \times 10^9 \times \frac{200}{0.15} = 1.2 \times 10^{13}$ V.

14. একটি সমান্তরাল পাত ধারকের প্রতিটি পাতের ক্ষেত্রফল $0.04\ m^2$। পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব 0.002 m এবং বিভব পার্থক্য 60 V। ধারকের একক আয়তনে সঞ্চিত বিভব শক্তি কত জুল?
(a) 3.18×10^{-7} (b) 2.52
(c) 0.004 (d) 251.57
সমাধান: (c); $E = \frac{V}{d} = \frac{60}{0.002} = 3 \times 10^4$
$U = \frac{1}{2}\epsilon_0 E^2 = \frac{1}{2} \times 8.85 \times 10^{-12} \times (3 \times 10^4)^2$
$= 0.004$

15. একটি সমান্তরাল পাত ধারককে আহিত করার পর ব্যাটারি থেকে বিযুক্ত করা হলো, যদি ধারকের পাত দুটি একটি অন্তরক হাতল দ্বারা দূরে সরানো হয় তবে- **[Ans: b]**
(a) ধারকের আধান বৃদ্ধি পাবে
(b) পাত দুটির বিভব পার্থক্য বৃদ্ধি পাবে
(c) ধারকত্ব বৃদ্ধি পাবে
(d) ধারকে সঞ্চিত শক্তি হ্রাস পাবে

16. তিনটি একই ধরনের ধারক প্রত্যেকটির মান C শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত করা হলো এবং সমবায়টিকে অপর একটি একই ধরনের ধারকের সঙ্গে সমান্তরালভাবে যুক্ত করা হলো। সমগ্র সমবায়ের তুল্য ধারকত্ব-
(a) 3 C (b) $\frac{4}{3}$C (c) $\frac{3}{4}$C (d) 2C
সমাধান: (b); $C_f = C + \frac{C}{3} = \frac{4}{3}C$.

17. বিভব পার্থক্য স্থির থাকলে একটি চার্জের ধারকের শক্তি তার চার্জের-
(a) ব্যস্তানুপাতিক (b) সমানুপাতিক
(c) বর্গের ব্যস্তানুপাতিক (d) বর্গমূলের সমানুপাতিক
সমাধান: (b); $W = \frac{1}{2}QV$; $W \propto Q$ [V স্থির]

18. একটি তড়িৎ দ্বিমেরুর চার্জ দুটির পরিমাণ কত হবে? **[Ans: c]**
(a) 2×10^{-19}C ও 8×10^{-19}C
(b) 6×10^{-19}C ও 4×10^{19}C
(c) 5×10^{-19}C ও -5×10^{-19}C
(d) 3×10^{-19}C ও 7×10^{-19}C

19. একটি দ্বিপোলের জন্য তড়িৎ প্রাবল্য কীরূপে পরিবর্তিত হয়?
(a) r^{-1} (b) r^{-2} (c) r^{-3} (d) r^{-4}
সমাধান: (c); $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{2p}{r^3} [\theta = 0°]$
সুতরাং $E \propto r^{-3}$

20. আধান ও বিভবের গুণফলের একক কী?
(a) জুল (b) ভোল্ট (c) ফ্যারাড (d) হেনরি
সমাধান: (a); W = VQ ; কাজ = বিভব × আধান

21. তড়িৎ ক্ষেত্র প্রাবল্য হলো- **[Ans: b]**
(a) অসংরক্ষণশীল বল (b) সংরক্ষণশীল বল
(c) কখনো কখনো সংরক্ষণশীল বল
(d) কোনোটিই নয়

22. ফিউজ তার এর বৈশিষ্ট্য কোনটি? **[Ans: b]**
(a) কম রোধ এবং উচ্চ গলনাঙ্ক
(b) উচ্চ রোধ এবং কম গলনাঙ্ক
(c) উচ্চ রোধ এবং উচ্চ গলনাঙ্ক
(d) কম রোধ এবং কম গলনাঙ্ক

23. দুটি সমান্তরাল তার দিয়ে একই দিকে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হলে - **[Ans: a]**
(a) একে অপরকে আকর্ষণ করে
(b) তাদের মধ্যে কোনো বল কাজ করে না
(c) একে অপরকে বিকর্ষণ করে
(d) পরস্পরের বিপরীতমুখী হয়

24. নিচের কোনটি চার্জ প্রবাহের হার পরিমাপের একক?
(a) কুলম্ব (b) ভোল্ট
(c) অ্যাম্পিয়ার (d) সিমেন্স
সমাধান: (c); $I = \frac{Q}{t} = \frac{C}{S} = A$.

25. বায়ুতে একটি সমান্তরাল পাত ধারকের প্রতি পাতে চার্জের তলমাত্রিক ঘনত্ব $8.854 \times 10^{-12} Cm^{-2}$. ধারকের অভ্যন্তরে $K = 5$ পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবকযুক্ত পদার্থ প্রবেশ করানো হলে তড়িৎ প্রাবল্য হবে -
(a) $0.02NC^{-1}$ (b) $0.2NC^{-1}$
(c) $0.5NC^{-1}$ (d) $1.0NC^{-1}$
সমাধান: (b); $E = \frac{\sigma}{\epsilon_0 K} = \frac{8.854 \times 10^{-12}}{8.854 \times 10^{-12} \times 5} = 0.2NC^{-1}$.

26. দুটি সমান চার্জের মধ্যবর্তী দূরত্ব অর্ধেক করা হলে এবং চার্জ দুটির মান কমিয়ে অর্ধেক করা হলে বলের মান -
(a) অর্ধেক হবে (b) দ্বিগুণ হবে
(c) অপরিবর্তিত থাকবে (d) চারগুণ হবে
সমাধান: (c); $F' = K\frac{\frac{q}{2} \times \frac{q}{2}}{\left(\frac{d}{2}\right)^2} = F$

27. একটি বিন্দু চার্জ হতে 2 m দূরত্বে তড়িৎ ক্ষেত্রের প্রাবল্যের মান E হলে, 1 m দূরত্বে তড়িৎ ক্ষেত্রের প্রাবল্যের মান কত?
(a) E (b) 2E (c) 4E (d) E/2
সমাধান: (c); $E \propto \frac{1}{r^2}$.
$\frac{E_1}{E_2} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2 \Rightarrow \frac{E}{E_2} = \frac{1}{4} \Rightarrow E_2 = 4E$

28. একটি সমান্তরাল পাত ধারককে চার্জিত করার ফলে এর পাত দুইটির মধ্যে বিভব পার্থক্য হয় V. ধারকটির সঞ্চিত শক্তি দ্বিগুণ করার জন্য বিভব পার্থক্য কত হবে?
(a) $\frac{1}{4}V$ (b) $\frac{1}{2}V$ (c) $\sqrt{2}V$ (d) 2 V
সমাধান: (c); $U = \frac{1}{2}CV^2; U \propto V^2$
$\sqrt{\frac{U_2}{U_1}} = \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow V_2 = \sqrt{2}V_1$.

29. 4μF বিশিষ্ট একটি ধারককে 9.0 V ব্যাটারি দ্বারা আহিত করা হলো। ধারকটিতে কী পরিমাণ শক্তি সঞ্চিত হবে?
(a) 1.62×10^{-4} J (b) 1.62 Jms^{-1}
(c) 260 J (d) 324 J
সমাধান: (a); $U = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2} \times 4 \times 10^{-6} \times (9)^2$
$= 1.62 \times 10^{-4}$ J.

30. বৈদ্যুতিক পাখায় ব্যবহৃত ক্যাপাসিটরের সমমানের একটি ক্যাপাসিটর সমান্তরালে যোগ করলে বৈদ্যুতিক পাখার ক্যাপাসিটরের মান -
(a) সমান থাকবে (b) বেড়ে যাবে
(c) কমে যাবে (d) কোনোটিই হবে না
সমাধান: (b); সমান্তরালে $C_p = C_1 + C_2$
শ্রেণীতে $\frac{1}{C_s} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$

31. একটি মেঘে কী পরিমাণ চার্জ আছে তা মাপা কোন সূত্রের প্রয়োগে সম্ভব? **[Ans: a]**
(a) গাউসের সূত্র (b) লেঞ্জের সূত্র
(c) কুলম্বের সূত্র (d) কোনোটিই নয়

32. ইলেকট্রোলাইটিক ধারকে দুটি পাতলা অ্যালুমিনিয়াম পাতের মধ্যে ডাইইলেকট্রিক মাধ্যম হিসেবে থাকে -
(a) অভ্র (b) মোমযুক্ত কাগজ
(c) অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড (d) বোরেট দ্রবণ
সমাধান: (c); ইলেকট্রোলাইটিক ধারকে সমতড়িৎ প্রবাহ পাঠালে অ্যানোড প্লেটে অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইডের একটি অতি পাতলা প্রলেপ পড়ে যা পরাবিদ্যুতের কাজ করে।

33. বাহ্যিক তড়িৎ ক্ষেত্রের প্রভাবে যে সকল মাধ্যমের প্রতিটি পরমাণু এক একটি তড়িৎ দ্বিমেরুতে পরিণত হয় তাকে বলা হয় - **[Ans: a]**
(a) ডাইইলেকট্রিক (b) সেমিকন্ডাক্টর
(c) পরিবাহী (d) অপরিবাহী

34. 0.50 m ব্যাসার্ধের একটি গোলকে 20 C চার্জ দেওয়া আছে। গোলকের কেন্দ্রে বৈদ্যুতিক প্রাবল্যের মান -
(a) 0 (b) 3.6×10^{11}
(c) 2.81×10^{11} (d) কোনোটিই নয়
সমাধান: (a); গোলকের কেন্দ্রে $E = 0$।
গোলকের ভিতরে যেকোনো বিন্দুতে প্রাবল্য শূন্য।

35. একটি আহিত ধারকে শক্তি সঞ্চিত থাকে – **[Ans: c]**
(a) ধনাত্মক প্লেটে
(b) ঋণাত্মক ও ধনাত্মক প্লেটে
(c) প্লেটের মধ্যবর্তী তড়িৎ ক্ষেত্রে
(d) প্লেট দুটির প্রান্তের চারপাশে

36. তড়িৎক্ষেত্রের প্রাবল্য কত হলে চাঁদে অবস্থিত একটি প্রোটন তার ওজনের সমান বল অনুভব করবে? [Ans: a]
(a) 1.7×10^{-8} নিউটন/কুলম্ব
(b) 1.7×10^{-7} নিউটন/কুলম্ব
(c) 1.7×10^{8} নিউটন/কুলম্ব
(d) কোনোটিই নয়

37. একটি m ভরের পানির ফোঁটাকে এক ইলেকট্রনের চার্জ দেওয়া হলো। এই পানির ফোঁটাকে শূন্যে ভাসিয়ে রাখতে হলে কী পরিমাণ তড়িৎ প্রাবল্য প্রয়োজন হবে?
(a) $\frac{mg}{e}$ (b) $\frac{em}{g}$ (c) emg (d) mg
সমাধান: (a); $E = \frac{F}{Q} = \frac{mg}{e}$

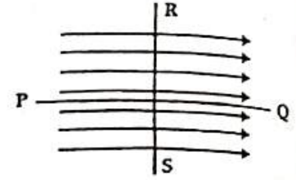
38. যদি 1 Coulomb মানের দুটি চার্জ বাতাসে পরস্পরের সাথে 1 meter দূরত্ব রেখে অবস্থান করে তবে তাদের মধ্যবর্তী বল কত?
(a) 2.2N (b) 8.85×10^{22}N
(c) 1.6×10^{19}N (d) 9×10^{9}N
সমাধান: (d); $F = 9 \times 10^9 \times \frac{1\times1}{(1)^2} = 9 \times 10^9$ N

39. a বাহুবিশিষ্ট একটি বর্গক্ষেত্রের কৌণিক বিন্দু A, B, C ও D-তে যথাক্রমে চারটি চার্জ +q, +q, −q ও −q স্থাপন করা হলো। উহার কেন্দ্র O বিন্দুতে বৈদ্যুতিক বিভবের মান হবে – [Ans: d]
(a) $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{q}{a}$ (b) $\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{2q}{a}$ (c) $\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{4q}{a}$ (d) 0

40. সমান্তরাল পাত ধারকের দুই পাতের মধ্যে ডাইইলেকট্রিক দ্বারা পূর্ণ করায় ধারকত্ব 5μF থেকে বেড়ে 60μF হয়। ডাইইলেকট্রিকের ডাইইলেকট্রিক ধ্রুবকের মান হবে-
(a) 65 (b) 55 (c) 12 (d) 10
সমাধান: (c); $\frac{C_0}{C} = \frac{\frac{\epsilon_0 A}{d}}{\frac{\epsilon_0 \times KA}{d}} \Rightarrow \frac{5}{60} = \frac{1}{K} \Rightarrow K = 12.$

41. ধনাত্মক চার্জে চার্জিত ধাতব গোলক M-কে অচার্জিত গোলক N-এর সংস্পর্শে আনা হলো। তার ফলে – [Ans: a]
(a) উভয় গোলক ধনাত্মক চার্জে চার্জিত
(b) গোলক M ধনাত্মক চার্জে চার্জিত এবং গোলক N ঋণাত্মক চার্জে চার্জিত
(c) গোলক M ধনাত্মক চার্জে চার্জিত এবং গোলক N চার্জ নিরপেক্ষ
(d) উভয় গোলক ঋণাত্মক চার্জে চার্জিত

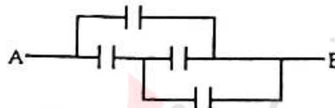
42. যদি তড়িৎ ক্ষেত্রের প্রাবল্য +X-অক্ষ বরাবর ক্রিয়া করে এবং এর মান $E = cx^2$ হয়, যেখানে c = ধ্রুবক, তবে তড়িৎ বিভব V – [Ans: d]
(a) $-2cx$ (b) $2cx$ (c) $-\frac{1}{3}cx^3$ (d) $\frac{1}{3}cx^3$
সমাধান: (d);
$V = -\int E dx$
$= -\int Cx^2 dx$
$= -C.\frac{x^3}{3}$
$= -\frac{1}{3}Cx^3.$



43. চিত্র অনুযায়ী সমবিভব বিন্দুগুলি হলো- [Ans: c]
(a) P এবং Q (b) S এবং Q
(c) S এবং R (d) P এবং R

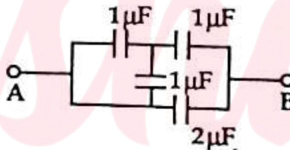
44. তড়িৎ দ্বিমেরু ভ্রামক- [Ans: a]
(i) একটি ভেক্টর রাশি
(ii) অভিমুখ ঋণাত্মক আধান হতে ধনাত্মক আধানের দিকে
(iii) এর একক Cm^2
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii
(c) i, iii (d) i, ii, iii

45. বর্ণিত চিত্রে প্রতিটি ধারকের ধারকত্ব 3 μF। A ও B বিন্দুর মধ্যে কার্যকর ধারকত্ব হবে- [Ans: d]



(a) $\frac{3}{4}$μF (b) 3 μF (c) 6 μF (d) 5 μF

46. প্রদত্ত চিত্রে A ও B এর মধ্যে তুল্য ধারকত্ব হলো- [Ans: a]



(a) $\frac{8}{3}$μF (b) $\frac{7}{6}$μF (c) $\frac{5}{6}$μF (d) 2μF

ড. শাহজাহান তপন স্যার

01. দুটি আধানের মধ্যবর্তী আকর্ষণ বলের মান নিচের কোনটির উপর নির্ভর করে না?
(a) আধান দুটির পরিমাণের উপর
(b) আধান দুটির মধ্যবর্তী দূরত্বের উপর
(c) আধান দুটি যে মাধ্যমে অবস্থিত তার প্রকৃতির উপর
(d) আধান দুটির ভরের উপর
সমাধান: (d); $F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1 q_2}{r^2}$

02. তড়িৎ প্রাবল্যের একক কী?
(a) Nm (b) JC (c) NC^{-1} (d) V
সমাধান: **(c);** $E = \frac{F}{Q}$

03. আধানের এস. আই. একক কী? **[Ans: b]**
(a) ও'ম (b) কুলম্ব (c) জুল (d) ফ্যারাডে

04. শূন্যস্থানে পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবকের মান কত? **[Ans: b]**
(a) 0.1 (b) 1 (c) 1.0005 (d) 0.01

05. তড়িৎক্ষেত্রের কোনো বিন্দুর প্রাবল্য E হলে সেখানে q আধান যে বল F অনুভব করবে তা নিচের কোনটি?
(a) qE (b) $\frac{q}{E}$ (c) $\frac{E}{q}$ (d) a^2E
সমাধান: **(a);** $E = \frac{F}{q} \therefore F = qE$

06. একটি আহিত বস্তুর চারদিকে যে অঞ্চলে তার প্রভাব থাকে তাকে কী বলে? **[Ans: c]**
(a) তড়িৎ প্রাবল্য (b) তড়িৎ বিভব
(c) তড়িৎ ক্ষেত্র (d) এর কোনোটিই নয়

07. তড়িৎ ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে স্থাপিত একটি একক ধনাত্মক আধান যে বল অনুভব করে তাকে কী বলে? **[Ans: b]**
(a) তড়িৎ ফ্লাক্স (b) তড়িৎ প্রাবল্য
(c) তড়িৎ বল (d) তড়িৎ বিভব

08. দুটি আহিত বস্তু পরস্পরের সাথে সংযুক্ত করলে আধানের প্রবাহ কোন দিকে হবে তা কোন বিষয়ের উপর নির্ভর করে? **[Ans: d]**
(a) আধানের পরিমাণ (b) তড়িৎক্ষেত্র
(c) তড়িৎ প্রাবল্য (d) তড়িৎ বিভব

09. তড়িৎ বিভবের একক কোনটি? **[Ans: b]**
(a) জুল (b) ভোল্ট (c) ফ্যারাড (d) হেনরি

10. একটি একক ধনাত্মক আধানকে অসীম থেকে তড়িৎ ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে আনতে কৃত কাজকে কী বলে? **[Ans: c]**
(a) তড়িৎ প্রাবল্য (b) তড়িৎক্ষেত্র
(c) তড়িৎ বিভব (d) আধান ধারকত্ব

11. ইলেকট্রন ভোল্ট কীসের একক? **[Ans: c]**
(a) আধান (b) প্রাবল্য (c) কাজ (d) প্রবাহ
[Note: জেনে রাখোঃ $1eV = 1.6 \times 10^{-19}$J**]**

12. ধারকের ধারকত্বের একক কী? **[Ans: c]**
(a) জুল (b) ভোল্ট (c) ফ্যারাড (d) হেনরি

13. কাছাকাছি স্থাপিত দুটি পরিবাহীর মধ্যবর্তী স্থানে অন্তরক মাধ্যম রেখে আধানরূপে শক্তি সঞ্চয়ের যান্ত্রিক ব্যবস্থাকে কী বলে? **[Ans: b]**
(a) তড়িৎকোষ (b) ধারক
(c) জেনারেটর (d) আইপিএস

14. 4μF এর 4 টি ধারক সিরিজে সংযোগ করা হলো। তাদের সমতুল্য ধারকত্ব কত?
(a) 1μF (b) 2μF (c) 4μF (d) 16μF
সমাধান: **(a);** $\frac{1}{C_s} = \frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4} \Rightarrow C_s = 1\mu F$

15. একটি ক্যাপাসিটর কাজ করে- **[Ans: c]**
(a) DC সার্কিটে (b) AC ও DC উভয় সার্কিটে
(c) AC সার্কিটে (d) কোনোটিই নয়

16. ইলেকট্রনিক বর্তনীতে টিউন সার্কিট কম্পাঙ্ক নির্ধারণে কোন ধারক ব্যবহৃত হয়?
(a) কাগজ ধারক (b) পরিবর্তনীয় ধারক
(c) স্থিরমান ধারক (d) অভ্র ধারক
সমাধান: **(a);** ইলেকট্রনিক বর্তনীতে টিউন সার্কিটে বা ট্যাংক সার্কিটে কম্পাঙ্ক নির্ধারণে কাগজ ধারক ব্যবহৃত হয় এই ধারকে প্যারাফিন মোমে ভেজানো কাগজের কালি পরাবিদ্যুতের কাজ করে।

17. তড়িৎ বলরেখার অবতারণা করেন কে? **[Ans: b]**
(a) লেনজ (b) ফ্যারাডে
(c) নিউটন (d) আইনস্টাইন

18. দুটি +2C এবং +6C বিন্দু চার্জ 12 N বলে বিকর্ষণ করে। যদি −4C চার্জ প্রতিটি চার্জকে প্রদান করা হয়, তখন বল হবে-
(a) 4N repulsive (b) 4N attractive
(c) 8N repulsive (d) 8N attractive
সমাধান: **(b);** $F = \frac{C \times q_1 q_2}{d^2} \Rightarrow d = 94868.3m$
−4C যোগ করলে, $q_1 = -2C, q_2 = +2C$
$\therefore F = \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 2}{(94868.3)^2} = 4N$ (আকর্ষণধর্মী কারণ বিপরীত চার্জ)

19. নিচের কোনটি সঠিক নয়? **[Ans: d]**
(a) $C = \frac{Q}{V}$ (b) $C = 4\pi \epsilon_0 Kr$
(c) $C = \frac{\epsilon_0 A}{d}$ (d) $C = \frac{V}{d}$

20. একটি গ্লাস রড সিল্কের কাপড় দ্বারা ঘর্ষণ করা হলে গ্লাস রডে যে ধরনের বিদ্যুৎ উৎপন্ন হবে তা হলো-
(a) ঋণাত্মক (b) ধনাত্মক **[Ans: b]**
(c) ঋণাত্মক ও ধনাত্মক উভয়ই
(d) কোনোটিই নয়

21. বৃষ্টির পানির একই মাপের 125 টি ফোঁটার প্রত্যেকটিকে কিছু ভোল্টেজ দিয়ে চার্জিত করা হলো এবং একত্রিত হয়ে বৃহত্তর ফোঁটায় পরিণত হলে তার বিভব হয় 500V। ছোট ফোঁটাগুলো কত ভোল্টে চার্জিত হয়েছিল?
(a) 40 V (b) 220 V (c) 20 V (d) 100 V
সমাধান: (c); $125 \times \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3}\pi R^3 \Rightarrow R = 5r$
$\frac{V_1}{V_2} = \frac{q_1}{r_1} \times \frac{r_2}{q_2} \Rightarrow \frac{V_1}{500} = \frac{5}{125} \therefore V_1 = 20V$

22. তড়িৎ ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য শূন্য হলে ঐ বিন্দুতে বিভব-
(a) ধ্রুব হবে (b) ধ্রুব হবে না
(c) অসীম হবে (d) অনির্ণেয় হবে
সমাধান: (a); তড়িৎ ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য শূন্য হলে ঐ বিন্দুতে বিভব ধ্রুব বা 0 হতে পারে।

23. পৃথিবীর সাথে যুক্ত কোনো পরিবাহীর বিভবের মান-
(a) অসীম (b) ঋণাত্মক (c) ধনাত্মক (d) শূন্য
সমাধান: (d); পৃথিবীর বিভব শূন্য।

24. একটি চার্জিত বস্তুকে অগ্নি-শিখার উপর ধরে রাখতে তা অচার্জিত হয়। কারণ- **[Ans: a]**
(a) অগ্নিশিখার উত্তপ্ত গ্যাস আয়নিত হয় বলে
(b) উত্তপ্ত করা হলে বস্তুটি পরিবাহীতে রূপান্তরিত হয় বলে
(c) উত্তপ্ত গ্যাস বস্তুটিকে আঘাত করে এবং এর চার্জ অপসারণ করে বলে
(d) বস্তুটি অগ্নিশিখার বিপরীত চার্জে চার্জিত হয় বলে

25. একটি বিন্দুতে তড়িৎ বিভব $V = -5x + 3y + \sqrt{30}z$ হলে, ঐ বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য কত?
(a) 7 একক (b) 8 একক
(c) 9 একক (d) 3 একক
সমাধান: (b); $\vec{E} = 5\hat{i} - 3\hat{j} - \sqrt{30}\hat{k} \because E = -\frac{dV}{dr}$
$\therefore E = \sqrt{5^2 + (-3)^2 + (-\sqrt{30})^2} = 8$

26. কয়েকটি ধারক শ্রেণি সমবায়ে সংযুক্ত হলে- **[Ans: b]**
(a) প্রত্যেকটির বিভব পার্থক্য সমান
(b) প্রত্যেকটির চার্জ সমান
(c) লব্ধি ধারকত্ব সবগুলো ধারকের সমষ্টি থেকে বড়
(d) লব্ধি ধারকত্ব সবগুলো ধারকের সমষ্টির সমান

27. একটি চার্জ q তড়িৎক্ষেত্রে স্থাপন করা হলো। চার্জটির উপর ক্রিয়াশীল তড়িৎ বল-
(a) $\vec{F} = q(\vec{V} \times \vec{B})$ (b) $\vec{F} = q\vec{E}$
(c)) $\vec{F} = q(\vec{B} + \vec{V} \times \vec{B})$ (d) কোনোটিই নয়
সমাধান: (b); $\vec{F} = q(\vec{B} + \vec{V} \times \vec{B})$ লরেঞ্জ বলের সমীকরণ, $\vec{F} = q(\vec{V} \times \vec{B})$ চৌম্বক বলের সমীকরণ।

28. $+1\mu C$ এবং $-1\mu C$ আধান দুটিকে 5 cm ব্যবধানে রেখে একটি তড়িৎ দ্বিমেরু গঠন করা হলো। এই দ্বিমেরুর অক্ষ বরাবর 15 cm দূরের কোনো একটি বিন্দুতে তড়িৎ বিভব কত?
(a) 2×10^{-15} V (b) 3×10^{-3} V
(c) 5×10^{-2} V (d) 2×10^{4} V
সমাধান: (d); $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{p}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{1\mu \times 0.05}{0.15^2}$
$= 2 \times 10^4$

29. একটি সুষম তড়িৎক্ষেত্রে 50 cm ব্যবধানে অবস্থিত দুটি বিন্দুর বিভব পার্থক্য 200 V হলে, তড়িৎক্ষেত্রের প্রাবল্য কত?
(a) 200 V m^{-1} (b) 300 V m^{-1}
(c) 400 V m^{-1} (d) 500 V m^{-1}
সমাধান: (c); $E = \frac{V}{d} = \frac{200}{50 \times 10^{-2}} = 400 \text{ Vm}^{-1}$.

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও:

$q_1 = +2C$ $q_2 = +2C$





A ও B অভিন্ন গোলকদ্বয়ের আধান যথাক্রমে q_1 ও q_2।

30. A গোলক কতটি ইলেকট্রন হারিয়েছে? **[Ans: d]**
(a) 1.6×10^{-19} (b) 3.2×10^{-19}
(c) 6.25×10^{18} (d) 1.25×10^{19}

31. তিনটি তথ্য দেওয়া আছে- **[Ans: b]**
(i) কোনো বস্তুতে মোট আধানের পরিমাণ ইলেকট্রনের আধানের পূর্ণসংখ্যক গুণিতক হবেই
(ii) দুটি আধানের মধ্যকার পারস্পরিক বলের মান তাদের মধ্যবর্তী মাধ্যমের প্রকৃতির ওপর নির্ভর করে না
(iii) তড়িৎ দ্বিমেরু ভ্রামকের মান হচ্ছে দ্বিমেরুর যেকোনো একটি আধান এবং এদের মধ্যবর্তী দূরত্বের গুণফলের সমান
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

32. একটি আহিত ধারকে সঞ্চিত শক্তি নির্ভর করে- **[Ans: d]**
(i) ধারকে সঞ্চিত আধানের ওপর
(ii) ধারকের দু পাতের বিভব পার্থক্যের ওপর
(iii) ধারকের ধারকত্বের ওপর
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

ড. তফাজ্জল হোসেন স্যার

01. প্রোটনের আধান কত? [Ans: c]
(a) $1.6 \times 10^{19}C$ (b) $1.67 \times 10^{-27}C$
(c) $1.6 \times 10^{-19}C$ (d) $1.67 \times 10^{-23}C$

02. একটি প্রোটন ও একটি ইলেকট্রনের দূরত্ব 1cm হলে এদের মধ্যে আকর্ষণ বল –
(a) 2.3×10^{-24} N (b) 2.3×10^{-31} N
(c) 3.1×10^{-31} N (d) 3.1×10^{-24} N
সমাধান: (a); $F = 9 \times 10^9 \times \frac{(1.6\times10^{-19})^2}{0.01^2}$
$= 2.3 \times 10^{-24}$

03. স্থির তড়িৎ বল: [Ans: b]
(a) $F = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q_1q_2}{r^2}$ (b) $F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q_1q_2}{r^2}$
(c) $F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q_1q_2}{r}$ (d) $F = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q_1q_2}{r}$

04. একটি কাচের দণ্ডকে সিল্ক কাপড়ে ঘষলে কাচের দণ্ডটি ধনাত্মক চার্জে চার্জিত হয়। কাচের দণ্ডটি চার্জিত হয় কারণ এটি — [Ans: c]
(a) ইলেকট্রন গ্রহণ করে (b) প্রোটন গ্রহণ করে
(c) ইলেকট্রন হারায়
(d) প্রোটন গ্রহণ করে এবং ইলেকট্রন হারায়

05. যদি একটি পিথ বল এবং একটি রাবারের রড পরস্পরকে বিকর্ষণ করে, পিথ বল এবং রাবারের রডের চার্জ সম্পর্কে আমরা কী ধারণা পাই? [Ans: d]
(a) শুধুমাত্র পিথ বল চার্জিত হয়
(b) শুধুমাত্র রডটি চার্জিত হয়
(c) পিথ বল অথবা রড চার্জিত হয়
(d) রড এবং পিথ বল উভয়ই সমধর্মী চার্জে চার্জিত হয়

06. ধনাত্মক চার্জে চার্জিত একটি বস্তুকে নিরপেক্ষ (চার্জবিহীন) করা যায় স্পর্শের মাধ্যমে। কারণ- [Ans: b]
(a) বস্তু থেকে ইলেকট্রন চলে যায়
(b) বস্তুতে ইলেকট্রন প্রবাহিত হয়
(c) প্রোটন বস্তু থেকে প্রবাহিত হয়
(d) বস্তুতে প্রোটন প্রবাহিত হয়

07. বিভব পার্থক্যের একক Volt কে লেখা যায়:
(a) As (b) As^{-1} (c) JC^{-1} (d) CA^{-1}
সমাধান: (c); $V = \frac{W}{q} = \frac{J}{C} = JC^{-1}$

08. V Volt বিশিষ্ট একটি সমবিভবতলে q coulomb চার্জকে স্থানান্তর করলে কাজের পরিমাণ হয় — [Ans: d]
(a) $\frac{V}{q}$J (b) qvJ (c) $\frac{q}{v}$J (d) শূন্য

09. দুটি চার্জের মধ্যকার স্থির তড়িৎ বল 160 N. চার্জ দুটির মধ্যকার দূরত্ব দ্বিগুণ হলে বল হবে —
(a) 80 N (b) 40 N (c) 30 N (d) 320 N
সমাধান: (b); $F \propto \frac{1}{d^2}$; d 2 গুণ বাড়লে F এক চতুর্থাংশ হবে।

10. 12μF তিনটি ধারক শ্রেণিতে সংযুক্ত হলে তুল্য ধারকত্ব —
(a) 36μF (b) 4μF (c) 6μF (d) 0.25μF
সমাধান: (b); $\frac{1}{C_s} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{12} + \frac{1}{12} + \frac{1}{12} = \frac{1}{4}$
$\therefore C_s = 4\mu F$

11. 12μF বিশিষ্ট তিনটি ধারক সমান্তরালে সংযুক্ত হলে তুল্য ধারকত্ব -
(a) 36μF (b) 4μF (c) 6μF (d) 0.25μF
সমাধান: (a); $C_p = C_1 + C_2 + C_3$
$\Rightarrow Cp = 12 + 12 + 12 = 36\mu F$.

12. একটি ডাই ইলেকট্রিক পদার্থ অবশ্যই – [Ans: c]
(a) সুপরিবাহী (b) অর্ধপরিবাহী
(c) অন্তরক (d) রোধক

13. ধারকের ধারকত্ব নিচের কোনটির উপর নির্ভরশীল নয়?
(a) পাতের মধ্যবর্তী দূরত্ব (b) পাতের ক্ষেত্রফল
(c) পাতের পুরুত্ব (d) সবকটি
সমাধান: (c); $c = \frac{\epsilon_0 A}{d}$, এখানে A = পাতের ক্ষেত্রফল এবং d = পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব।

14. C ধারকত্ব বিশিষ্ট তিনটি ধারকের লব্ধি ধারকত্ব $\frac{2}{3}$C হবে যখন-
(a) সব শ্রেণিতে সংযুক্ত হবে
(b) সব সমান্তরালে সংযুক্ত হবে
(c) দুটি সমান্তরাল এবং তৃতীয়টি শ্রেণিতে সংযুক্ত
(d) দুটি শ্রেণিতে এবং একটি সমান্তরালে
সমাধান: (c); দুটি সমান্তরালে $C_p = C + C = 2C$
দুটি সমান্তরাল ও একটি শ্রেণিতে $\frac{1}{Cs} = \frac{1}{2C} + \frac{1}{C} \therefore C_s = \frac{2}{3}$ C

15. নিচের কোন পদার্থটির ডাইইলেকট্রিক ধ্রুবক সবচেয়ে বেশি? [Ans: c]
(a) কাচ (b) বায়ু (c) সিরামিক (d) তেল

16. একটি ধারকে থাকে — [Ans: a]
(a) দুটি পরিবাহীর মাঝখানে একটি অন্তরক
(b) দুটি অন্তরকের মাঝখানে পরিবাহী পদার্থ
(c) শুধু দুটি অন্তরক (d) শুধু দুটি পরিবাহী

17. 1 farad ধারকত্ব বিশিষ্ট ধারকে 4 volts e.m.f প্রয়োগ করলে ধারকে সঞ্চিত শক্তি হবে —
(a) 4 J (b) 2 J (c) 0.25 J (d) 8 J
সমাধান: (d); $W = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2} \times 1 \times 4^2 = 8$ J

18. "একটি স্থির তড়িৎ ক্ষেত্রের কোনো বদ্ধতলের উপর মোট ফ্লাক্স ঐ তল দ্বারা বেষ্টিত মোট চার্জের $\frac{1}{\epsilon_0}$ গুণ"—এই বিবৃতি কোন সূত্র থেকে পাওয়া যায়? **[Ans: b]**

(a) ফ্যারাডের সূত্র (b) গাউসের সূত্র
(c) লেঞ্জের সূত্র (d) ম্যাক্সওয়েলের সূত্র

19. কোন একটি বর্গক্ষেত্রের তিনটি কৌণিক বিন্দুতে যথাক্রমে 4C, 6C ও −2C চার্জ স্থাপিত। চতুর্থ কৌণিক বিন্দুতে কত চার্জ স্থাপন করলে বর্গক্ষেত্রটির কেন্দ্রে বিভব শূন্য হবে? **[Ans: b]**

(a) +8C (b) −8C (c) +4C (d) −4C

সমাধান: (b); বর্গক্ষেত্রের কেন্দ্রে বিভব = কেন্দ্র হতে চার কৌণিক বিন্দুতে বিভবের সমষ্টি

$\Rightarrow 0 = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\left(\frac{4}{a} + \frac{6}{a} + \frac{-2}{a} + \frac{q}{a}\right)$

$\Rightarrow q + 8 = 0 \therefore q = -8C.$

20. একটি ইলেকট্রন 1 Volt বিভব পার্থক্য অতিক্রম করলে কাজের পরিমাণ হয়-

(a) 1.9×10^{-16} J (b) 1.9×10^{16} J
(c) 1.6×10^{-19} J (d) 1.6×10^{19} J

সমাধান: (c); $W = Vq = 1ev$
$= 1 \times 1.6 \times 10^{-19} = 1.6 \times 10^{-19}$ J

21. একটি ব্যাটারির এক টার্মিনাল থেকে অন্য টার্মিনালে 10 C চার্জ স্থানান্তর করতে 300 J কাজ করতে হয়। ব্যাটারির দুই প্রান্তের মধ্যে বিভব পার্থক্য –

(a) 300 V (b) 30 V (c) $\frac{1}{30}$ V (d) 3000 V

সমাধান: (b); $V = \frac{W}{q} = \frac{300}{10} = 30$ V.

22. 30 C চার্জ 3 cm পথ অতিক্রম করার ফলে 3 J কাজ সম্পন্ন হয়। দুই বিন্দুর মধ্যে বিভব পার্থক্য কত?

(a) 10 V (b) 1 V (c) 0.1 V (d) 9 V

সমাধান: (c); $V = \frac{W}{q} = \frac{3}{30} = 0.1$ V.

23. ঋণাত্মক তড়িৎ ফ্লাক্স নির্দেশ করে বলরেখা হবে —

(a) বহির্মুখী (b) অন্তর্মুখী
(c) অন্তর্মুখী বা বহির্মুখী (d) উপরের যেকোন একটি

সমাধান: (b); ধনাত্মক → বহির্মুখী, ঋণাত্মক → অন্তর্মুখী।

24. বিভবের মাত্রা —

(a) $\left(\frac{\text{বল}}{\text{চার্জ}}\right)$ এর মাত্রা (b) $\left(\frac{\text{কাজ}}{\text{চার্জ}}\right)$ এর মাত্রা
(c) $\left(\frac{\text{তড়িৎ প্রাবল্য}}{\text{চার্জ}}\right)$ এর মাত্রা (d) (বল×চার্জ) এর মাত্রা

সমাধান: (b); $V = \frac{W}{q}$

25. R ব্যাসার্ধের একটি গোলাকৃতি পরিবাহীর পৃষ্ঠে Q চার্জ দেয়া হল। গোলকের কেন্দ্র হতে (R − 2) একক দূরে কোনো বিন্দুর বিভব–

(a) $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{Q}{R}$ (b) $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{Q}{R-2}$
(c) $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{Q}{R^2}$ (d) $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{Q}{(R-2)^2}$

সমাধান: (a); গোলকের পৃষ্ঠে বিভব = গোলকের অভ্যন্তরে যে কোন বিন্দুতে বিভব।

26. R ব্যাসার্ধবিশিষ্ট কোনো গোলাকৃতি পরিবাহীর পৃষ্ঠে Q চার্জ দেয়া হল। গোলকের কেন্দ্র হতে (R − 1) একক দূরে কোনো বিন্দুর প্রাবল্য–

(a) $E = 0$ (b) $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{Q}{R^2}$
(c) $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{Q}{R-1}$ (d) $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{Q}{(R-1)^2}$

সমাধান: (a); গোলকের অভ্যন্তরে প্রাবল্যের মান শূন্য। কেননা অভ্যন্তরে কোন চার্জ থাকে না।

27. সমান ধারকত্বের দুটি ধারকের সমান্তরাল সংযোজনীতে থাকাকালীন সমতুল্য ধারকত্ব তাদের শ্রেণিবদ্ধভাবে থাকাকালীন সমতুল্য ধারকত্বের–

(a) $\frac{1}{4}$ গুণ (b) 4 গুণ (c) $\frac{1}{2}$ গুণ (d) 2 গুণ

সমাধান: (b); সমান্তরালে, $C_p = C + C = 2C$

শ্রেণিতে, $\frac{1}{C_s} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C} \Rightarrow C_s = \frac{C}{2}$

$\therefore \frac{C_p}{C_s} = 2C \times \frac{2}{C} = 4; \therefore C_p = 4C_s.$

28. 10 C ও 50 V-এ চার্জগ্রস্থ পরিবাহীর সঞ্চিত শক্তির পরিমাণ –

(a) 5 J (b) 250 J (c) 500 J (d) 0.2 J

সমাধান: (b); $W = \frac{1}{2}QV = \frac{1}{2} \times 10 \times 50 = 250$ J.

29. একটি অন্তরীত পরিবাহীতে 10 C চার্জ প্রদান করায় এর বিভব 2 V হলো । পরিবাহীর ধারকত্ব কত হবে?

(a) 5 F (b) $\frac{1}{5}$ F (c) 20 F (d) $\frac{1}{20}$ F

সমাধান: (a); $C = \frac{Q}{V} = \frac{10}{2} = 5$ F.

30. তিনটি ধারকের ধারকত্ব যথাক্রমে 1, 2, 3 μF শ্রেণিবদ্ধ বিন্যাসে এর তুল্য ধারকত্ব কত?

(a) 6 μF (b) $\frac{6}{11}$ μF (c) $\frac{11}{6}$ μF (d) $\frac{1}{20}$ μF

সমাধান: (b); $\frac{1}{C} = \frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} \Rightarrow C = \frac{6}{11}$ μF.

31. সমান্তরাল পাত ধারকের ধারকত্ব নির্ভর করে- **[Ans: b]**

(i) পাতের ক্ষেত্রফল (ii) পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব
(iii) পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী মাধ্যমের ঘনত্ব

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i (b) i, ii (c) i, iii (d) i, ii, iii

32. পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবক হলো- [Ans: b]

(i) $\frac{\epsilon}{\epsilon_0}$ (ii) $\frac{F_0}{F}$ (iii) $\frac{C_0}{C}$

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i (b) i, ii (c) i, iii (d) i, ii, iii

33. তড়িৎ বলরেখার ধর্ম হলো- [Ans: a]

(i) বলরেখাগুলো পরস্পরকে ছেদ করে

(ii) তড়িৎ বলরেখা বদ্ধ বক্ররেখা

(iii) তড়িৎ বলরেখা ধনচার্জ হতে উৎপন্ন হয়ে ঋণ চার্জে শেষ হয়

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) iii (b) i, ii (c) i, iii (d) ii, iii

34. দুটি চার্জের মধ্যকার ক্রিয়াশীল বল নির্ভর করে- [Ans: d]

(i) চার্জ দুটির প্রকৃতির উপর

(ii) চার্জ দুটির মধ্যবর্তী দূরত্বের উপর

(iii) চার্জ দুটির মধ্যবর্তী মাধ্যমের উপর

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i (b) i, ii (c) i, iii (d) i, ii, iii

নিম্নের তথ্যের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:

10 cm ব্যাসার্ধের একটি গোলককে 10C চার্জ দেয়া হলো।

35. গোলক পৃষ্ঠের বিভব হবে- [Ans: a]

(a) $9 \times 10^{11}V$ (b) $9 \times 10^{9}V$

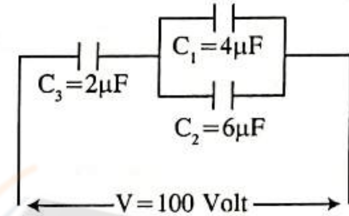
(c) $9 \times 10^{-9}V$ (d) $9 \times 10^{-11}V$

36. গোলক পৃষ্ঠের প্রাবল্য হবে- [Ans: a]

(a) $9 \times 10^{12}N/C$ (b) $9 \times 10^{-12}N/C$

(c) $9 \times 10^{9}N/C$ (d) $9 \times 10^{-9}N/C$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও:



37. ধারকগুলোর তুল্যধারকত্ব হবে- [Ans: a]

(a) 1.67 μF (b) 16.7 μF

(c) 0.167 μF (d) 167 μF

MCQ: সম্ভাব্য নমুনা প্রশ্ন ও সমাধান

01. তড়িৎ দ্বিমেরু ভ্রামকের একক - [Ans. c]

(a) NC^{-1} (b) JC^{-1} (c) Cm (d) Cm^{-1}

02. সমবিভব তলে দুটি বিন্দুর - [Ans. b]

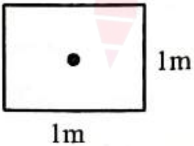
(i) তড়িৎ প্রাবল্য সমান (ii) বিভব পার্থক্য অশূন্য

(iii) চার্জ স্থানান্তরে কাজ শূন্য

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i,ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

03. চিত্রে একটি ঘনকের কেন্দ্রে $5.75 \times 10^{-8}C$ মানের একটি চার্জ স্থাপন করা হলো। ঘনকের তলের মধ্যে দিয়ে অতিক্রান্ত মোট তড়িৎ ফ্লাক্স কত?



(a) $1.08 \times 10^3 Nm^2C^{-1}$ (b) $1.62 \times 10^3 Nm^2C^{-1}$

(c) $3.25 \times 10^3 Nm^2C^{-1}$ (d) $6.50 \times 10^3 Nm^2C^{-1}$

সমাধান: **(d)**; এখানে ছয়টি তল বিবেচনা করলে,

$\phi = \frac{q}{\epsilon_0} = 6.50 \times 10^3 Nm^2C^{-1}$

1 টি তল বিবেচনা করলে,

$\phi' = \frac{q}{6\epsilon_0} = 1.08 \times 10^3 Nm^2C^{-1}$

04. দুটি চার্জের মধ্যকার বল নির্ভর করে [Ans. d]

(i) চার্জ দু'টির পরিমাণের উপর

(ii) চার্জ দু'টির মধ্যকার দূরত্বের উপর

(iii) চার্জ দু'টির মধ্যবর্তী মাধ্যমের প্রকৃতির উপর

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

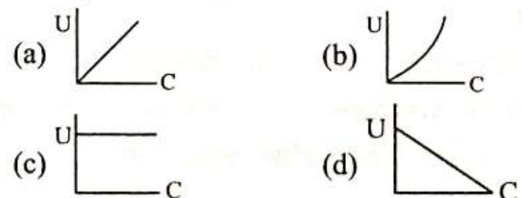
05. একটি আহিত ধারকে সঞ্চিত শক্তির পরিমাণ হলো- [Ans. d]

(i) $U = \frac{Q^2}{2C}$ (ii) $U = \frac{1}{2}CV^2$ (iii) $U = \frac{QV}{2}$

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i (b) ii (c) iii (d) i, ii, iii

06. ধারকত্ব বনাম ধারকে সঞ্চিত বিভব শক্তি-



সমাধান: **(a)**; $U = \frac{1}{2}CV^2 \Rightarrow U \propto C$

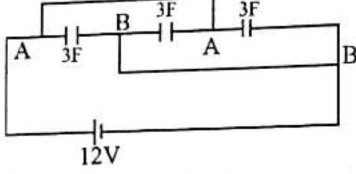
07. তড়িৎ মাধ্যমাঙ্ককে নিচের কোনটি দ্বারা প্রকাশ করা যায়? [Ans. b]

(a) $\frac{M}{M_0}$ (b) $\frac{C}{C_0}$ (c) $\frac{\epsilon_0}{\epsilon}$ (d) $\frac{F}{F_0}$

08. দুটি চার্জিত বস্তুতে পরিবাহী তার দিয়ে যুক্ত করলে চার্জের প্রবাহের দিক নির্ভর করে কোনটির উপর? **[Ans. a]**

(a) তড়িৎ বিভব (b) তড়িৎ প্রাবল্য
(c) তড়িৎক্ষেত্র (d) চার্জের পরিমাণ

নিচের চিত্র হতে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



09. তুল্য ধারকত্ব কত?

(a) 1F (b) 3F (c) 6F (d) 9F

সমাধান: **(d)**; সবাই সমান্তরালে যুক্ত।

$c_{eq} = 3 + 3 + 3 = 9$

10. ২য় ধারকে কী পরিমাণ চার্জ সঞ্চিত হয়?

(a) 3C (b) 12C (c) 36C (d) 108C

সমাধান: **(c)**; $c = \frac{q}{v} \therefore q = 3 \times 12 = 36C$

11. ধারকে সঞ্চিত শক্তি নির্ভর করে- **[Ans. d]**

(i) ধারকত্বের উপর (ii) আধানের উপর
(iii) বিভব পার্থক্যের উপর

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

12. একটি সমান্তরাল পাত ধারকের প্রতিটি পাতের ক্ষেত্রফল $0.04m^2$। পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব 0.002m এবং বিভব পার্থক্য 60V। ধারকের একক আয়তনে সঞ্চিত বিভব শক্তি কত জুল?

(a) 3.18×10^{-7} (b) 251.57
(c) 0.004 (d) 2.52

সমাধান: **(c)**; $E = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2} \times \frac{\epsilon_0 A}{d} \times V^2$

$= \frac{1}{2} \times \frac{8.854 \times 10^{-12} \times 0.04}{0.002} \times 60^2 = 3.187 \times 10^{-7}J$

$\therefore \frac{E}{Volume} = \frac{E}{A \times d} = \frac{3.187 \times 10^{-7}}{0.04 \times 0.002} = 0.004J$

13. বিভব পার্থক্য স্থির থাকলে একটি চার্জিত ধারকের শক্তি তার চার্জের - **[Ans. b]**

(a) ব্যস্তানুপাতিক (b) সমানুপাতিক
(c) বর্গের ব্যস্তানুপাতিক (d) বর্গমূলের সমানুপাতিক

14. একটি দ্বিপোলের জন্য তড়িৎ প্রাবল্য কীরূপে পরিবর্তিত হয়?

(a) r^{-1} (b) r^{-2} (c) r^{-3} (d) r^{-4}

সমাধান: **(c)**; $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{p}{r^3}\sqrt{1 + 3\cos^2\theta}$

15. আধান ও বিভবের গুণফলের একক কী? **[Ans. a]**

(a) জুল (b) ভোল্ট (c) ফ্যারাড (d) হেনরি

16. স্থির তড়িৎ বল F, আধান q এবং তড়িৎ ক্ষেত্রের তীব্রতা E হলে নিচের কোনটি সঠিক? **[Ans. d]**

(a) $F = \frac{E}{q}$ (b) $F = \frac{q}{E}$ (c) $F = q + E$ (d) $F = qE$

17. 0.1g ভরের একটি শোলার বলের আধান $-6.67 \times 10^{-9}C$। $+6.53 \times 10^{-9}C$ আধানযুক্ত একটি বস্তু কত উপর থেকে শোলার বলটিকে শূন্যে স্থির অবস্থায় রাখতে পারবে?

(a) 1cm (b) 2cm (c) 3 cm (d) 4 cm

সমাধান: **(b)**; $F = mg \Rightarrow C \times \frac{q_1 q_2}{d^2} = mg$

$\Rightarrow d = \sqrt{\frac{C \times q_1 q_2}{mg}} = \sqrt{\frac{9 \times 10^9 \times 6.67 \times 10^{-9} \times 6.53 \times 10^{-9}}{0.1 \times 10^{-3} \times 9.8}}$

$= 0.02$ m; $d = 2$cm

18. তড়িৎ সমদ্বিমেরুর লম্ব সম দ্বিখন্ডকের উপর কোনো বিন্দুতে তড়িৎ বিভব কত? **[Ans. d]**

(a) ∞ (b) 2 (c) 1 (d) 0

19. তড়িৎ বলরেখা – **[Ans. c]**

(i) বদ্ধ বক্র রেখা (ii) পরস্পরকে ছেদ করে না
(iii) পরস্পরকে পার্শ্ব চাপ প্রয়োগ করে

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

20. এক কুলম্ব চার্জে ইলেকট্রনের সংখ্যা—

(a) 5.26×10^{29} (b) 6.25×10^{18}
(c) 1.6×10^{19} (d) 3.6×10^{20}

সমাধান: **(b)**; $n = \frac{1}{1.6 \times 10^{-19}} = 6.25 \times 10^{18}$

21. বায়ুতে দুটি চার্জের মধ্যে বল এবং k পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবক বিশিষ্ট অন্য যেকোন মাধ্যমে বলের অনুপাত হবে- **[Ans. a]**

(a) k: 1 (b) 1: k (c) k^2 (d) $1: k^2$

22. ফ্লাক্স কী ধরনের রাশি? **[Ans. b]**

(a) ভেক্টর (b) স্কেলার (c) মৌলিক (d) অধাতু

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:

$3.23 \times 10^{-19}C$ মানের চার্জযুক্ত একটি প্লাস্টিক বল কোনো স্থানে $2.6 \times 10^4 Vm^{-1}$ প্রাবল্যের একটি সুষম তড়িৎক্ষেত্রে ঝুলে আছে। উক্ত স্থানের অভিকর্ষজ ত্বরণের মান $10ms^{-2}$।

23. প্লাস্টিক বলটির ভর কত?

(a) $4.4 \times 10^{-16}kg$ (b) $6.4 \times 10^{-16}kg$
(c) $8.4 \times 10^{-16}kg$ (d) $104.4 \times 10^{-16}kg$

সমাধান: **(c)**; $mg = qE$

$\Rightarrow m = \frac{qE}{g} = \frac{3.23 \times 10^{-19} \times 2.6 \times 10^4}{10} = 8.4 \times 10^{-16}kg$

24. চার্জটির ঝুলে থাকার শর্ত হচ্ছে- **[Ans. b]**
(i) চার্জের প্রকৃতি ধনাত্মক হলে তড়িৎ প্রাবল্য হবে ভূমির সমান্তরালে
(ii) চার্জের প্রকৃতি ধনাত্মক হলে তড়িৎ প্রাবল্য হবে খাড়া উপরের দিকে
(iii) চার্জের প্রকৃতি ঋণাত্মক হলে তড়িৎ প্রাবল্য হবে খাড়া নিচের দিকে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

25. দুটি সমান ধারকত্বের ধারককে প্রথমে শ্রেণিতে ও পরে সমান্তরালে সংযুক্ত করা হল। এদের তুল্য ধারকত্বের অনুপাত কত?
(a) 1:1 (b) 1:2 (c) 1:3 (d) 1:4
সমাধান: **(d)**; $C_s : C_P = (C^{-1} + C^{-1})^{-1} : (C + C)$
$= \frac{C}{2} : 2C = 1:4$

26. +q এবং −q চার্জের সংযোগ রেখার লম্ব সমদ্বিখন্ডকের উপর যেকোনো বিন্দুতে- **[Ans. b]**
(a) বৈদ্যুতিক ক্ষেত্র প্রাবল্য শূন্য হবে
(b) বৈদ্যুতিক বিভব শূন্য হবে
(c) বৈদ্যুতিক ক্ষেত্র প্রাবল্য ও বৈদ্যুতিক বিভব উভয়ই শূন্য হবে
(d) বৈদ্যুতিক ক্ষেত্র প্রাবল্য ও বৈদ্যুতিক বিভব উভয়ই অশূন্য হবে

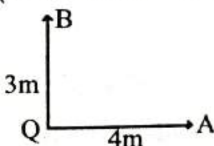
27. অসীম দূর হতে 3C চার্জকে একটি তড়িৎ ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে আনতে 15J কাজ সম্পন্ন হয়। ঐ বিন্দুতে তড়িৎ বিভব কত?
(a) 45V (b) 15V (c) 5V (d) 3V
সমাধান: **(c)**; $V = \frac{W}{q} = \frac{15}{3} = 5V$

28. বিভিন্ন দূরত্বে তড়িৎ বিভবের মান নিম্নরূপ—

বিভব (ভোল্ট)	13	15	18	21	23
দূরত্ব (মিটার)	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06

0.04 মিটার দূরত্বে তড়িৎ প্রাবল্যের মান–
(a) $75Vm^{-1}$ (b) $300\ Vm^{-1}$
(c) $450Vm^{-1}$ (d) $200Vm^{-1}$
সমাধান: **(b)**; $|\vec{E}| = \frac{dV}{dr} = \frac{21-18}{0.05-0.04} = 300\ Vm^{-1}$

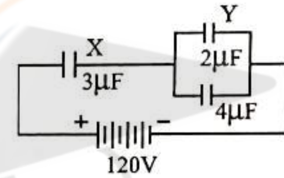
নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
Q বিন্দুতে $1.0 \times 10^{-6}C$ চার্জ রয়েছে।



29. AB বিন্দুর বিভব পার্থক্য কত?
(a) 7.5×10^2V (b) 5.7×10^2V
(c) 3×10^2V (d) 2.5×10^2V
সমাধান: **(a)**; $V_B - V_A = K \times q \times \left(\frac{1}{r_B} - \frac{1}{r_A}\right)$
$= 9 \times 10^9 \times 1 \times 10^{-6} \times \left(\frac{1}{3} - \frac{1}{4}\right) = 7.5 \times 10^2V$

30. $2 \times 10^{-4}C$ চার্জকে B থেকে A তে আনতে কাজ —
(a) $10 \times 10^{-1}J$ (b) $1.5 \times 10^{-1}J$
(c) $2.0 \times 10^{-1}J$ (d) $2.5 \times 10^{-1}J$
সমাধান: **(b)**; $W = q\,(V_B - V_A) = 2 \times 10^{-4} \times 750$
$= 1.5 \times 10^{-1}J$

নিচের উদ্দীপকের বর্তনী হতে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



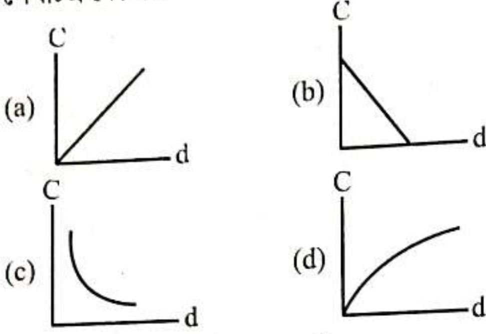
31. X ধারকে চার্জের পরিমাণ –
(a) $160 \times 10^{-6}C$ (b) $80 \times 10^{-6}C$
(c) $240 \times 10^{-6}C$ (d) $120 \times 10^{-6}C$
সমাধান: **(c)**; $C_{eq} = \frac{3\times(2+4)}{3+(2+4)} = 2\ \mu F, Q_x = C_{eq} \times V$
$= 2 \times 10^{-6} \times 120 = 240 \times 10^{-6}C$

32. Y ধারকের দুই প্রান্তে বিভব পার্থক্য —
(a) 40 V (b) 120 V (c) 80 V (d) 60 V
সমাধান: **(a)**; $V_y = 120 - V_x = 120 - \frac{Q_x}{C_x}$
$= 120 - \frac{240\times10^{-6}}{3\times10^{-6}} = 40V$

33. তড়িৎক্ষেত্রে একটি মুক্ত ধনাত্মক আধান স্থাপন করলে সেটি –
(i) স্থির থাকবে (ii) বল লাভ করবে **[Ans. c]**
(iii) নির্দিষ্ট পথে চলবে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

34. $4 \times 10^4\ Vm^{-1}$ সুষমক্ষেত্র প্রাবল্য বিশিষ্ট বিদ্যুৎক্ষেত্রে একটি প্রোটনের উপর ক্রিয়াশীল বল কত হবে?
(a) 6.4×10^{23} N (b) 6.4×10^{15} N
(c) 6.4×10^{-15} N (d) 6.4×10^{-23} N
সমাধান: **(c)**; $F = qE = 1.6 \times 10^{-19} \times 4 \times 10^4 N$
$= 6.4 \times 10^{-15}$ N

35. সমান্তরাল পাত ধারকের ধারকত্ব ও পাতদ্বয়ের ব্যবধানের লেখচিত্র কোনটি?



সমাধান: (c); $C = \frac{\epsilon_0 A}{d} \therefore C \propto \frac{1}{d}$

36. তড়িৎ বলরেখার অবতারণা করেন কে? **[Ans. a]**
(a) ফ্যারাডে (b) নিউটন (c) লেঞ্জ (d) আইনস্টাইন

37. প্রকৃতিতে ন্যূনতম মানের চার্জ হলো– **[Ans. a]**
(a) -1.6×10^{-19} C (b) 1.6×10^{-19}C
(c) 3.2×10^{-19}C (d) -3.2×10^{-19}C

38. বর্গক্ষেত্রের চার কোণায় চারটি ধনাত্মক সমান চার্জ রাখা হয়েছে, তাহলে বর্গের কেন্দ্রে– **[Ans. a]**
(i) তড়িৎ প্রাবল্য শূন্য
(ii) তড়িৎ বিভব ধনাত্মক মান বিশিষ্ট
(iii) তড়িৎ বিভব ঋণাত্মক মান বিশিষ্ট
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

নিচের তথ্যের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
তিনটি ধারকের মান যথাক্রমে 10μF, 20μF ও 60μF।

39. ধারকগুলোর সমবায়ের ধারকত্বের সর্বোচ্চ মান কত মাইক্রোফ্যারাড? **[Ans. d]**
(a) 30 (b) 50 (c) 70 (d) 90

40. ধারকগুলোর সমবায়ের ধারকত্বের সর্বনিম্ন মান পেতে হলে কিভাবে সংযোগ দিতে হবে? **[Ans. a]**
(a) সবগুলো শ্রেণিতে (b) সবগুলো সমান্তরালে
(c) প্রথম দুটি সমান্তরালে তৃতীয়টির সাথে শ্রেণিতে
(d) প্রথম দুটি শ্রেণিতে তৃতীয়টির সাথে সমান্তরালে

41. নিচের কোনোটি ভেক্টর রাশি? **[Ans. b]**
(a) তড়িৎ বিভব (b) তড়িৎ প্রাবল্য
(c) তড়িৎ মাধ্যমাঙ্ক (d) পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবক

উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
বায়ু মাধ্যম বিশিষ্ট কোনো ধারকের প্রত্যেক পাতের ক্ষেত্রফল $12cm^2$ এবং মধ্যবর্তী দূরত্ব 2mm। ধারকটিকে 2μC চার্জে চার্জিত করা হলে পাতদ্বয়ের বিভব পার্থক্য হয় 4mV। একজন ছাত্র উক্ত ধারকের পাত দুটির প্রত্যেকটিকে প্রস্থ বরাবর সমদ্বিখন্ডিত করে 0.5mm ব্যবধান বিশিষ্ট দুটি আলাদা ধারকে পরিণত করে ধারক দু'টিকে শ্রেণিতে যুক্ত করল।

42. প্রথম ধারকটির পাতদ্বয় এর মধ্যবর্তী স্থানের প্রাবল্য কত?
(a) $8 \times 10^{-6}NC^{-1}$ (b) $8 \times 10^{-3}NC^{-1}$
(c) $2 \times 10^{-3}NC^{-1}$ (d) $2NC^{-1}$
সমাধান: (d); $E = \frac{V}{d} = \frac{4\times10^{-3}}{2\times10^{-3}} = 2NC^{-1}$

43. ছাত্র কর্তৃক সৃষ্ট ধারক সমবায়টির ধারকত্ব পূর্বের ধারকটির-
(a) সমান (b) অর্ধেক (c) দ্বিগুণ (d) চারগুণ
সমাধান: (a); নতুন ধারক দুইটির d 4 ভাগ ও A অর্ধেক হয়।
$\therefore C' = C \times \frac{\frac{1}{2}}{\frac{1}{4}} = 2C. \therefore C_S = \left(\frac{1}{2C} + \frac{1}{2C}\right)^{-1} = C$

44. কুলম্ব বল থেকে নিচের কোনটির স্থায়িত্ব ব্যাখ্যা করা যায় না? **[Ans. d]**
(a) বস্তুর (b) অণুর (c) পরমাণুর (d) নিউক্লিয়াসের

জ্ঞানমূলক সৃজনশীল প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

◆ **CQ:** বিগত বছরসমূহের বোর্ড পরীক্ষার জ্ঞানমূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. তড়িৎ দ্বিপোল কী? **[DB'22]**
উত্তর: এক জোড়া সমান ও বিপরীত বিন্দু আধান অল্প দূরত্বে অবস্থিত থাকলে তাকে তড়িৎ দ্বিমেরু বা দ্বিপোল বলে।

02. ফ্যারাড কাকে বলে? **[DB'22; RB'22, Ctg.B'19]**
উত্তর: কোনো ধারকের পাতদ্বয়ের বিভব 1 ভোল্ট করতে যদি প্রত্যেক পাতে 1 কুলম্ব চার্জের প্রয়োজন হয়, তবে তার ধারকত্বকে 1 ফ্যারাড বলে।

03. গাউসীয় তল কাকে বলে? **[RB'22]**
উত্তর: একটি চার্জের চারদিকে কল্পিত বদ্ধ তলকে গাউসীয় তল বলে।

04. বিন্দু আধান কী? **[Ctg.B'22, Din.B19, DB'16]**
উত্তর: আহিত বা চার্জিত বস্তুর আকার যখন খুবই ক্ষুদ্র হয়, তখন ঐ চার্জিত বস্তুর চার্জকে বিন্দু আধান বলা হয়।

05. কুলম্ব কাকে বলে? [SB'22; CB'22]

উত্তর: দুটি সমধর্মী ও সমপরিমাণ বিন্দু চার্জকে বায়ু বা শূন্য মাধ্যমে পরস্পর হতে 1 m দূরে স্থাপন করলে যদি এদের মধ্যে 9×10^9 N বিকর্ষণ বল ক্রিয়া করে তাহলে প্রত্যেকটি চার্জের পরিমাণকে একক চার্জ বা এক কুলম্ব চার্জ বলে।

06. ধারকের ধারকত্ব কাকে বলে? [BB'22]

উত্তর: কোনো ধারকের প্রত্যেক পাতে যে পরিমাণ আধান জমা হলে পাতদ্বয়ের মধ্যে একক বিভব পার্থক্য বজায় থাকে তাকে ঐ ধারকের ধারকত্ব বলে।

07. এক ইলেকট্রন ভোল্ট কাকে বলে? [BB'22]

উত্তর: একটি ইলেকট্রনকে একক তড়িৎ বিভববিশিষ্ট দুটি বিন্দুর এক বিন্দু থেকে অন্য বিন্দুতে নিতে যে পরিমাণ কাজ সম্পন্ন হয়, তাকে 1 ইলেকট্রন ভোল্ট বলে।

08. তড়িৎ দ্বিমেরু ভ্রামক কাকে বলে? [JB'22; SB'17; CB'17; CB'16]

উত্তর: কোনো একটি তড়িৎ দ্বিমেরুর যেকোনো একটি চার্জের পরিমাণ এবং চার্জ দুটির মধ্যবর্তী দূরত্বের গুণফলকে দ্বিমেরু ভ্রামক (Dipole Moment) বলে।

09. আধান ঘনত্ব কী? [Din.B'22]

উত্তর: পরিবাহীর পৃষ্ঠে কোনো বিন্দুর চারদিকে একক ক্ষেত্রফলে যে পরিমাণ চার্জ থাকে তাকে ঐ বিন্দুতে চার্জের তলমাত্রিক ঘনত্ব বলে।

10. গাউসের সূত্রটি বিবৃত কর। [Din.B'22, DB'17; RB'16; Din.B'15]

উত্তর: কোনো বদ্ধতলের মধ্যদিয়ে অতিক্রান্ত মোট তড়িৎ ফ্লাক্স (φ_E), ঐ তল দ্বারা বেষ্টিত মোট চার্জের $\frac{1}{\epsilon_0}$ গুণের সমান।

11. তড়িৎ দ্বিমেরু কাকে বলে? [DB'19; RB'19; BB'19; CB'19; JB'19; BB'17; RB'16; BB'15; CB'15]

উত্তর: দুইটি সমপরিমাণ কিন্তু বিপরীতধর্মী বিন্দু চার্জ পরস্পরের খুব কাছাকাছি থাকলে তাদেরকে একত্রে তড়িৎ দ্বিমেরু বলে।

12. আধানের কোয়ান্টায়ন কী? [SB'19, RB'15]

উত্তর: সকল চার্জিত বস্তুর মধ্যে বিদ্যমান আধান বা চার্জই ইলেকট্রনের চার্জের পূর্ণ সংখ্যার গুণিতক। একে আধানের কোয়ান্টায়ন বলে।

13. পোলার ডাই ইলেকট্রিক কাকে বলে? [SB'19]

উত্তর: যে সকল ডাই-ইলেকট্রিক পদার্থের অণুগুলোর স্থায়ীভাবে কিছু পরিমাণ পোলারিটি থাকে, অর্থাৎ অণুগুলোতে ধনাত্মক প্রান্ত ও ঋণাত্মক প্রান্তের সৃষ্টি হয়, তাদেরকে পোলার ডাই-ইলেকট্রিক বলে। যেমন: পানিতে H^+ ও OH^- এর সৃষ্টি হয়।

14. তড়িৎ বিভব কী? [SB'19]

উত্তর: অসীম দূরত্ব হতে একটি একক ধনাত্মক চার্জকে তড়িৎ ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে আনতে যে পরিমাণ কাজ সাধিত হয়, তাকে ঐ বিন্দুর তড়িৎ বিভব বলে।

15. ধারকত্বের সংজ্ঞা দাও। [Din.B'19; DB'17; RB'17]

উত্তর: কোনো ধারকের অন্তরীত ও ভূ-সংযুক্ত দুই পরিবাহীর মধ্যে একক বিভব বৈষম্য সৃষ্টি করতে তার অন্তরীত পরিবাহীতে যে পরিমাণ চার্জ প্রদান করতে হয়, তাকে উক্ত ধারকের ধারকত্ব বলে।

16. পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবক কী? [All B'18; SB'16; Din.B'16]

উত্তর: কোনো মাধ্যমে একটি পরিবাহীর ধারকত্ব ও শূন্যস্থানে ঐ পরিবাহীর ধারকত্বের অনুপাতকে পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবক বলে।

17. পরাবৈদ্যুতিক মাধ্যম কী? [SB'17]

উত্তর: দুটি আধানের মধ্যবর্তী স্থানে কোনো অন্তরক পদার্থ থাকলে তাকে সাধারণত পরাবৈদ্যুতিক মাধ্যম বলা হয়।

18. তড়িৎ ধারকত্ব কী? [Din.B'17]

উত্তর: কোনো পরিবাহীর বিভব প্রতি একক বাড়াতে যে পরিমাণ আধানের প্রয়োজন হয় তাকে পরিবাহীর তড়িৎ ধারকত্ব বলে।

19. পরাবিদ্যুৎ বা ডাই ইলেকট্রিক কী? [Ctg.B'16]

উত্তর: যে সকল অপরিবাহী পদার্থকে তড়িৎক্ষেত্রে স্থাপন করলে পোলারায়ন ঘটে তাদেরকে ডাইইলেকট্রিক বলে।

20. তড়িচ্চালক শক্তির সংজ্ঞা দাও। [JB'16]

উত্তর: প্রতি একক আধানকে কোষসমেত কোনো বর্তনীর একবিন্দু থেকে সম্পূর্ণ বর্তনী ঘুরিয়ে আবার ঐ বিন্দুতে আনতে যে কাজ সম্পন্ন হয় অর্থাৎ কোষ যে তড়িৎশক্তি সরবরাহ করে তাকে ঐ কোষের তড়িচ্চালক শক্তি বলে।

21. চার্জের তল ঘনত্ব কাকে বলে? [RB'15]
উত্তর: পরিবাহীর তলে কোনো বিন্দুর চতুর্দিকে ক্ষুদ্র ক্ষেত্রফলে অবস্থিত চার্জের পরিমাণ এবং ঐ ক্ষুদ্র ক্ষেত্রফলের অনুপাতকে চার্জের তল ঘনত্ব বলে।

22. তড়িৎ মাধ্যমাঙ্ক কি? [SB'15]
উত্তর: কোনো মাধ্যমের ভেদনযোগ্যতা ও শূন্য মাধ্যমের ভেদনযোগ্যতার অনুপাতকে উক্ত মাধ্যমের তড়িৎ মাধ্যমাঙ্ক বলা হয়।

◆ CQ: সম্ভাব্য জ্ঞানমূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. কুলম্বের সূত্র বিবৃত কর। ১
উত্তর: কোনো একটি নির্দিষ্ট মাধ্যমে দুটি বিন্দু চার্জের মধ্যে ক্রিয়াশীল আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বলের মান চার্জ দুটির গুণফলের সমানুপাতিক, চার্জ দুটির মধ্যবর্তী দূরত্বের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক এবং এই বল চার্জ দুটির সংযোজক সরলরেখা বরাবর ক্রিয়া করে।

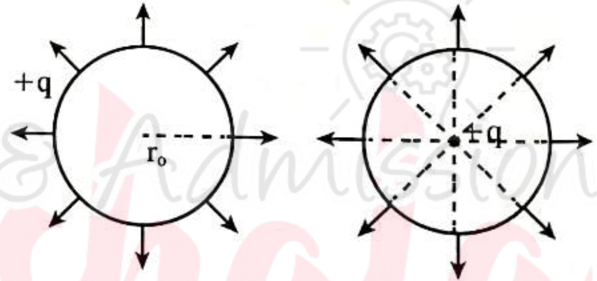
02. তড়িৎ ফ্লাক্স কাকে বলে? ১
উত্তর: কোনো তড়িৎ ক্ষেত্রে একটি তল কল্পনা করলে ওই তলের মধ্য দিয়ে লম্বভাবে অতিক্রান্ত বলরেখার সংখ্যাকে তড়িৎ ফ্লাক্স বলে।

03. তড়িৎ প্রাবল্য কাকে বলে? ১
উত্তর: তড়িৎ ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে একটি একক ধনাত্মক চার্জের উপর যে পরিমাণ বল প্রযুক্ত হয় তাকে উক্ত ক্ষেত্রের ওই বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য বলে।

অনুধাবনমূলক সৃজনশীল প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

◆ CQ: বিগত বছরসমূহের বোর্ড পরীক্ষার অনুধাবনমূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. কেন চার্জিত গোলকের কেন্দ্রে প্রাবল্য ও বিভব উভয়ই শূন্য নয়? [DB'22]
উত্তর: চার্জিত গোলকের কেন্দ্রে প্রাবল্য শূন্য হয় কিন্তু বিভব $r = 0$ থেকে $r = r_0$ পর্যন্ত সমান থাকে।



q আধান কোনো গোলকের পৃষ্ঠে বন্টিত থাকলে যে তড়িৎক্ষেত্র সৃষ্টি হয়, q আধান সেই গোলকের কেন্দ্রে অবস্থিত থাকলেও একই তড়িৎক্ষেত্র সৃষ্টি করবে, তাই গোলকের অভ্যন্তরে সর্বত্র বিভব পৃষ্ঠের বিভব, $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r_0}$ অন্যদিকে, চার্জিত গোলকের কেন্দ্রে $r = 0$ থেকে $r = r_0$ পর্যন্ত যেকোনো বিন্দুতে $dV = 0$ এবং আমরা জানি, $E = -\frac{dV}{dr} = 0$. তাই চার্জিত গোলকের কেন্দ্রে প্রাবল্য শূন্য।

02. একই দূরত্বে অবস্থিত দুটি চার্জের ক্রিয়াশীল বল পরাবৈদ্যুতিক মাধ্যম দ্বারা কীভাবে প্রভাবিত হয়- ব্যাখ্যা কর। [RB'22]
উত্তর: দুটি চার্জের মধ্যকার আকর্ষণ বল চার্জদ্বয়ের মধ্যবর্তী পরাবৈদ্যুতিক মাধ্যমের উপর নির্ভর করে।
কুলম্বের সূত্রমতে, $F = \frac{1}{4\pi\epsilon} \cdot \frac{q_1 q_2}{r^2}$
অর্থাৎ, তড়িৎ বল তড়িৎ ভেদ্যতার উপর নির্ভরশীল। মাধ্যমের তড়িৎ ভেদ্যতা, ϵ এর মান বৃদ্ধি পেলে তড়িৎ বল F এর মান কমে যায়। বিপরীত ক্ষেত্রে, ϵ এর মান কমলে F এর মান বৃদ্ধি পায়।
অতএব, একই দূরত্বে অবস্থিত দুটি চার্জের ক্রিয়াশীল বল পরাবৈদ্যুতিক মাধ্যমের তড়িৎ ভেদ্যতার উপর নির্ভর করে।

03. আধানের কোয়ান্টায়ন বলতে কী বুঝ? [Ctg.B'22]
উত্তর: মহাবিশ্বের যেকোনো বস্তুতে আধানের পরিমাণ কোয়ান্টিত। এক্ষেত্রে আধানের পরিমাণ ইলেকট্রনের চার্জের পরিমাণের পূর্ণসাংখ্যিক গুণিতক হবে। অর্থাৎ, কোনো বস্তুতে মোট চার্জের পরিমাপ, $q = ne; n = 0, \pm1, \pm2, \pm3 \ldots\ldots\ldots$

04. 1 eV বলতে কী বুঝ? [Ctg.B'22]
উত্তর: এক ভোল্ট বিভব পার্থক্যের দুটি স্থানের একটি হতে অন্যটিতে একটি ইলেকট্রনকে স্থানান্তর করতে যে পরিমাণ কাজ সম্পাদিত হয় তাকেই এক ইলেকট্রন ভোল্ট বলে। একে eV দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

05. সমধর্মী চার্জ পরস্পরকে বিকর্ষণ করে কেন? ব্যাখ্যা কর। [SB'22]

উত্তর: দুটি সমধর্মী চার্জ পরস্পর কাছাকাছি আসলে অস্থিতিশীল হয়। তাই স্থিতিশীলতা অর্জনের উদ্দেশ্যেই সমধর্মী চার্জ পরস্পরকে বিকর্ষণ করে। তাছাড়া, তড়িৎ বলরেখাগুলো পরস্পরকে পাশের দিকে বিকর্ষণ করে। এ ধর্মের সাহায্যেও সমজাতীয় চার্জের মধ্যে বিকর্ষণ ব্যাখ্যা করা যায়।

06. স্থিরতড়িৎ সম্পর্কিত কুলম্বের সূত্র ও নিউটনের মহাকর্ষ সম্পর্কিত সূত্রের মধ্যে কী কী মিল-অমিল রয়েছে? লেখ। [BB'22]

উত্তর: সাদৃশ্য:

(i) দুটি বলই বস্তু দুটির মধ্যবর্তী দূরত্বের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক।

(ii) দুটি বলই সংরক্ষণশীল বল। অর্থাৎ, এই বল দুটি দ্বারা কৃতকাজ পথের ওপর নির্ভরশীল নয়।

(iii) দুটি বলই শূন্যস্থানে কাজ করতে পারে।

(iv) দুটি বলই কেন্দ্রীয় বল এবং এই বল বস্তুদ্বয়ের কেন্দ্রবিন্দু দুটির সংযোগকারী সরলরেখা বরাবর কাজ করে।

বৈসাদৃশ্য:

স্থির তড়িৎ বল	মহাকর্ষ বল
(i) এই বল অনেক বেশি শক্তিশালী।	(i) এই বল খুবই দুর্বল।
(ii) আধানের প্রকৃতি অনুযায়ী এই বল আকর্ষণধর্মী বা বিকর্ষণধর্মী হতে পারে।	(ii) এই বল সবসময়ই আকর্ষণধর্মী হয়।
(iii) এই বল সংশ্লিষ্ট মাধ্যমের ওপর নির্ভরশীল।	(iii) এই বল সংশ্লিষ্ট মাধ্যমের ওপর নির্ভর করে না।

07. কোনো বস্তুতে 1.6×10^{-18} C চার্জ থাকা সম্ভব কিনা? যুক্তি দাও। [BB'22]

উত্তর: একটি ইলেক্ট্রন বা প্রোটনের চার্জই হলো প্রকৃতিতে ন্যূনতম মানের চার্জ। এর মান 1.60218×10^{-19}C। প্রকৃতিতে কোনো বস্তুর সর্বমোট চার্জ একটি নির্দিষ্ট ন্যূনতম মানের পূর্ণ সংখ্যার গুণিতক হয়। ইলেক্ট্রনের চার্জই এই নির্দিষ্ট ন্যূনতম মান। ইলেক্ট্রনের চার্জ e হলে কোনো বস্তুর মোট চার্জ, $q = ne$, যেখানে n হলো পূর্ণসংখ্যা। কোনো বস্তুর আধান 1.6×10^{-18} C হতে পারে। কারণ সেটি e এর $n = \frac{1.6\times10^{-18}\text{ C}}{1.6\times10^{-19}\text{C}} = 10$ গুণ।

08. গোলাকার পরিবাহীর ধারকত্বের সাথে ব্যাসার্ধের সম্পর্ক ব্যাখ্যা– কর। [JB'22, DB'19]

উত্তর: মনে করি, শূন্য বা বায়ু মাধ্যমে r ব্যাসার্ধের একটি গোলাকার অন্তরিত পরিবাহী A। গোলকের কেন্দ্র O। গোলকটিতে Q পরিমাণ ধনচার্জ প্রদান করায় এর বিভব হলো V।

অতএব, ধারকত্বের সংজ্ঞানুসারে, ধারকত্ব, $C = \frac{Q}{V} \Rightarrow V = \frac{Q}{C}$ ……… (i)

গোলকে প্রদত্ত চার্জগুলো গোলকের পৃষ্ঠে সর্বত্র সুষমভাবে ছড়িয়ে পড়বে। গোলকের পৃষ্ঠ হতে নির্গত তড়িৎ বলরেখাগুলোকে পেছনের দিকে বর্ধিত করলে এগুলো গোলকটির কেন্দ্রে মিলিত হয়। অর্থাৎ গোলকটি বিন্দু চার্জের মতো। কাজেই, গোলাকৃতি পরিবাহীর বিভব, $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\cdot\frac{Q}{r}$ ……… (ii)

[এখানে, ϵ_0 = শূন্য মাধ্যমের তড়িৎ ভেদন যোগ্যতা]

সমীকরণ (i) ও (ii) হতে পাওয়া যায়, $\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\cdot\frac{Q}{r} = \frac{Q}{C} \Rightarrow C = 4\pi\epsilon_0 r$

এটি গোলাকার পরিবাহীর ধারকত্ব। অর্থাৎ, বায়ুতে অবস্থিত কোনো গোলাকার পরিবাহীর ধারকত্ব সংখ্যাগতভাবে ঐ পরিবাহীর ব্যাসার্ধের $4\pi\epsilon_0$ গুণের সমান।

কোনো মাধ্যমের পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবক k হলে, ঐ মাধ্যমের ক্ষেত্রে, $C = 4\pi k\epsilon_0 r = 4\pi\epsilon r [\because k\epsilon_0 = \epsilon]$

09. কোনো বিন্দুর আধান 2.3×10^{-19}C হতে পারে না- ব্যাখ্যা কর। [CB'22]

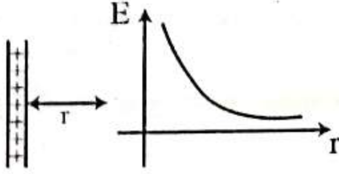
উত্তর: আমরা জানি, কোনো বস্তুতে চার্জের পরিমাণ ইলেকট্রনের চার্জ অর্থাৎ $e = 1.6 \times 10^{-19}$C এর গুণিতক হবে। একে চার্জের কোয়ান্টায়ন বলে। এখন প্রদত্ত চার্জ, $q = 2.3 \times 10^{-19}$C

আমরা জানি, $q = ne$ বা, $n = \frac{q}{e}$

$\therefore n = \frac{2.3\times10^{-19}}{1.6\times10^{-19}} = 1.4375$ যা পূর্ণ সংখ্যা নয়। অতএব কোনো বস্তুতে চার্জের পরিমাণ 2.3×10^{-19} হতে পারে না।

10. অসীম দৈর্ঘ্যের চার্জিত পরিবাহক কর্তৃক সৃষ্ট তড়িৎক্ষেত্র প্রাবল্যের সাথে দূরত্বের সম্পর্ক কীরূপ? ব্যাখ্যা কর। [Din.B'22]

উত্তর:

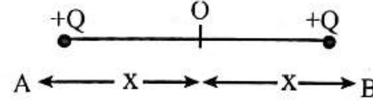


অসীম দৈর্ঘ্যের চার্জিত পরিবাহক কর্তৃক সৃষ্ট তড়িৎক্ষেত্রের প্রাবল্য (r দূরত্বে):
$E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r}$; এখানে λ হলো প্রতি একক দৈর্ঘ্যে চার্জের পরিমাণ $\therefore E \propto \frac{1}{r}$

11. কোনো স্থানে তড়িৎক্ষেত্রের মান শূন্য হলে তড়িৎ বিভবের কী হবে? ব্যাখ্যা কর। [Din.B'22]

উত্তর: আমরা জানি, কোনো তড়িৎক্ষেত্রের প্রাবল্য E ও বিভব V হলে,

$E = -\frac{dV}{dx}$



এখন, $E = 0$ হলে, $\frac{dV}{dx} = 0$ হবে। অর্থাৎ, $dV = 0$ বা, $V =$ ধ্রুবক হবে।

সুতরাং, তড়িৎক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে প্রাবল্য শূন্য হলেও সেই স্থানে বিভব থাকতে পারে। যেমন দুটি সমপরিমাণ ও সমপ্রকৃতির আধানের সংযোগকারী সরলরেখার মধ্যবিন্দুতে ক্ষেত্রপ্রাবল্য শূন্য হলেও বিভব শূন্য হয় না।

চিত্রের O বিন্দুতে ক্ষেত্রপ্রাবল্য, $E = \frac{Q}{x^2} - \frac{Q}{x^2} = 0$

কিন্তু, O বিন্দুতে তড়িৎবিভব, $V = \frac{Q}{x} + \frac{Q}{x} = \frac{2Q}{x}$

12. তড়িৎবাহী পরিবাহক চার্জিত হয় কি? ব্যাখ্যা কর। [Din.B'22]

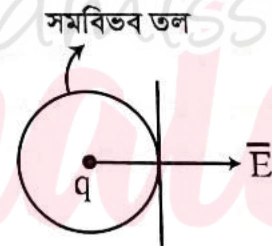
উত্তর: তড়িৎবাহী পরিবাহক চার্জিত হয় না। স্বাভাবিক অবস্থায় তড়িৎবাহী পরিবাহকের মধ্যে কোনো তড়িৎক্ষেত্র থাকে না। যখন বাহ্যিক তড়িৎক্ষেত্র পরিবাহকের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত করা হয়, তখন ইলেকট্রনগুলো তাড়ন বেগে গতিশীল হয়। কিন্তু বাহ্যিক তড়িৎক্ষেত্র ছাড়া যেহেতু পরিবাহকের মধ্যে কোনো নিট তড়িৎক্ষেত্র থাকে না, সেহেতু গাউসের সূত্রানুসারে পরিবাহকের মধ্যে কোনো অতিরিক্ত চার্জ থাকে না।

13. সমবিভব তলের সাথে তড়িৎক্ষেত্রের মধ্যবর্তী কোণ 90° কেন? [MB'22]

উত্তর: কোনো তল যদি এমন হয় যে, তার বিভব সর্বত্র সমান, তবে ওই তলকে সমবিভব তল বলে।

পাশের চিত্রে, তলের উপরের সকল বিন্দুতে বিভব সমান,

$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r}$



কিন্তু বিভিন্ন বিন্দুতে তড়িৎ বলরেখা বা ক্ষেত্ররেখার দিক ভিন্ন এবং দিকটি ঐ বিন্দুতে অঙ্কিত স্পর্শকের উপর লম্ব। যেকোনো বিন্দুতে তড়িৎ ক্ষেত্রের দিক হলো, কেন্দ্র ও ঐ বিন্দুর সংযোজক রেখা বরাবর যা তলের স্পর্শকের উপর অভিলম্ব।

তাই, সমবিভব তলের সাথে তড়িৎক্ষেত্রের মধ্যবর্তী কোণ 90° হয়।

14. কোনো বস্তুর আধান 2×10^{-19} C হতে পারে না– ব্যাখ্যা কর। [DB'19; Ctg.B'19; SB'19]

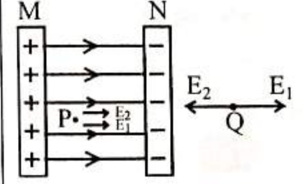
উত্তর: একটি ইলেক্ট্রন বা প্রোটনের চার্জই হলো প্রকৃতিতে ন্যূনতম মানের চার্জ। এর মান 1.60218×10^{-19}C। প্রকৃতিতে কোনো বস্তুর সর্বমোট চার্জ একটি নির্দিষ্ট ন্যূনতম মানের পূর্ণ সংখ্যার গুণিতক হয়। ইলেক্ট্রনের চার্জই এই নির্দিষ্ট ন্যূনতম মান। ইলেক্ট্রনের চার্জ e হলে কোনো বস্তুর মোট চার্জ, $q = ne$, যেখানে n হলো পূর্ণসংখ্যা। কোনো বস্তুর আধান 2×10^{-19}C হতে পারে না। কারণ সেটি e এর $n = \frac{2\times10^{-19}}{1.6\times10^{-19}} = 1.25$ গুণ হয়, যা সম্ভব নয়।

15. সমান্তরাল পাত ধারকের ধারকত্ব পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী মাধ্যমের ওপর নির্ভর করে কি? ব্যাখ্যা কর। [SB'19]

উত্তর: সমান্তরাল পাত ধারকের ধারকত্ব পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী মাধ্যমের ওপর নির্ভর করে। একেক মাধ্যমের পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবক (ϵ_r) এর মান ভিন্ন ভিন্ন হয়। যেহেতু সমান্তরাল পাত ধারকের ধারকত্ব, $C = \frac{\epsilon_r A}{d}$; তাই পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী মাধ্যম পরিবর্তন করলে ϵ_r এর মান পরিবর্তিত হয়, ফলে C এর মানও পরিবর্তিত হয়।

16. চার্জিত সমান্তরাল পাতধারকের বাইরে তড়িৎক্ষেত্র থাকে না– ব্যাখ্যা কর। [BB'19]

উত্তর: ধরি, M ও N দুটি চার্জিত সমান্তরাল পরিবাহী। উভয় পাত একই তল ঘনত্বে যথাক্রমে ধনাত্মক ও ঋণাত্মক চার্জে চার্জিত। ধরি, পাতদ্বয়ের চার্জের তল ঘনত্ব σ। M পাতের জন্য P বিন্দুতে তড়িৎ ক্ষেত্রের মান $E_1 = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$ এবং এর দিক MN বরাবর। আবার, N পাতের জন্য P বিন্দুতে তড়িৎ ক্ষেত্রের মান $E_2 = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$ এর দিকও MN বরাবর। অতএব, P বিন্দুতে মোট তড়িৎ ক্ষেত্রের মান, $E = E_1 + E_2 = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$। কিন্তু পাতদ্বয়ের বাইরে কোনো বিন্দু Q তে M ও N পাতের দরুন তড়িৎক্ষেত্রের মান যথাক্রমে $E_1 = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$ এবং $E_2 = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$ হবে। কিন্তু এরা পরস্পর বিপরীত দিকে ক্রিয়া করায় লব্ধি ক্ষেত্র শূন্য হবে। অর্থাৎ পাতদ্বয়ের বাইরে কোনো তড়িৎ ক্ষেত্র থাকবে না।



17. পানির পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবকের মান বেশি হওয়া সত্ত্বেও কেন ডাই-ইলেকট্রিক হিসেবে পানি ব্যবহার করা হয় না? ব্যাখ্যা দাও। [JB'19]

উত্তর: পানির পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবক বেশি হওয়া সত্ত্বেও একে ডাই-ইলেকট্রিক হিসেবে ব্যবহার করা হয় না। এর কারণ পানি খুব কম সময়ের জন্যই (কয়েক μs এর জন্য) চার্জ ধরে রাখতে পারে। পানি অণুর স্থায়ী ডাইপোল মোমেন্ট আছে এবং এরা কিছুটা আয়নিতও হয় $(H^{\delta+}, -OH^{\delta-})$। বেশি সময় ধরে বিদ্যুৎ প্রবাহ চালালে পানি চার্জ ধরে রাখতে পারে না। তখন পানির আয়নের মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয়। তাছাড়া পানির ধারকত্ব খুব সহজেই পরিবর্তনশীল এবং অল্প মানের ধারকত্ব তৈরির জন্যও অনেক বেশি পরিমাণ পানির প্রয়োজন হয়। তাই পানিকে সাধারণত ডাই-ইলেকট্রিক হিসেবে ব্যবহার করা হয় না। তবে খুব উচ্চ কম্পাঙ্কের বিদ্যুৎ সংকেতের ব্যবহার যেখানে রয়েছে, সেখানে পানিকে ডাই ইলেকট্রিক হিসেবে ব্যবহার করা হয়।

18. পৃথিবীর তড়িৎ বিভব শূন্য ধরা হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। [CB'19; Ctg.B'17]

উত্তর: পৃথিবী চার্জের একটি বিশাল আধার। পৃথিবীতে এত বিপুল সংখ্যক ধনাত্মক ও ঋণাত্মক চার্জ আছে যে, কিছু পরিমাণ চার্জ পৃথিবীতে দিলে বা পৃথিবী হতে নিলেও এর মোট চার্জের তেমন কোনো পরিবর্তন হয় না। আমরা জানি, যেকোনো পরিমাণ চার্জে (ধনাত্মক বা ঋণাত্মক) চার্জিত বস্তুকে ভূসংযুক্ত করা হোক না কেন, পৃথিবী হতে বিপরীত আধানযুক্ত চার্জের আদান প্রদানের মাধ্যমে চার্জিত বস্তুটির বিভব শূন্য হয়ে যায়। তাই পৃথিবীর বিভব শূন্য ধরা হয়।

19. তড়িৎক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে প্রাবল্য শূন্য হলে বিভবও কি শূন্য হয়? [CB'19]

উত্তর: তড়িৎক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে প্রাবল্য শূন্য হলে ঐ বিন্দুতে বিভব শূন্য হতেও পারে আবার নাও পারে। উদাহরণস্বরূপ: কোনো চার্জিত পরিবাহী গোলকের অভ্যন্তরে প্রাবল্য শূন্য হলেও বিভব পৃষ্ঠের বিভবের সমান। একইভাবে, দুটি সমান চার্জের সংযোজক সরলরেখার মধ্যবিন্দুতে প্রাবল্য শূন্য হলেও বিভব শূন্য নয়। আবার কোনো বিন্দুতে প্রাবল্য ও বিভব দুই-ই শূন্য হতে পারে।

এর একটি উদাহরণ: [+q, -q, -q, +q বর্গের কোণে; কেন্দ্র O] ; O বিন্দুতে বিভব ও প্রাবল্য উভয়ই শূন্য।

20. গোলকের অভ্যন্তরে সকল বিন্দুতে বিভব সমান– ব্যাখ্যা কর। [Din.B'19]

উত্তর: কোনো পরিবাহী গোলকের অভ্যন্তরে সকল বিন্দুতে বিভব সমান। এর কারণ হচ্ছে কোনো চার্জিত পরিবাহী গোলকের সকল চার্জ গোলকটির পৃষ্ঠে সুষমভাবে অবস্থান করে যেন এদের মধ্যে বিকর্ষণ বল ন্যূনতম হয়। এতে করে চার্জগুলো সর্বাধিক স্থিতিশীল অবস্থায় আসতে পারে। এর ফলে গোলকের অভ্যন্তরে সর্বত্র প্রাবল্য শূন্য এবং বিভবপার্থক্য পৃষ্ঠের বিভবপার্থক্যের সমান হয়।

গাউসের সূত্র হতে, $\oint \overline{E} \cdot d\overline{S} = \frac{q}{\epsilon_0}$; পরিবাহীর অভ্যন্তরে $q = 0$ হওয়ায়, $\overline{E} = 0$। সুতরাং, $\Delta V = \overline{E} \cdot \Delta r = 0$

21. তড়িৎ দ্বিমেরু অক্ষের লম্ব সমদ্বিখন্ডকের ওপর একটি চার্জ গতিশীল রাখতে কোনো কাজ করতে হয় না-ব্যাখ্যা কর। [Din.B'19]

উত্তর: তড়িৎ দ্বিমেরু অক্ষের লম্ব সমদ্বিখন্ডকের উপর একটি চার্জ গতিশীল রাখতে কোনো কাজ করতে হয় না। এর কারণ অক্ষের লম্ব সমদ্বিখন্ডকের উপর সর্বত্র বিভব শূন্য, কাজেই বিভব পার্থক্যও শূন্য। যেহেতু $W = \Delta Vq$, $\Delta V = 0$ হলে W অর্থাৎ কাজ শূন্য।

22. চার্জিত গোলাকার পরিবাহীর কেন্দ্রে ও পৃষ্ঠে বিভব সমান– ব্যাখ্যা কর। [All B'18]

উত্তর: চার্জিত গোলাকার পরিবাহীর কেন্দ্রে ও পৃষ্ঠে বিভব সমান। কারণ তার বহি:পৃষ্ঠে কেবল চার্জ অবস্থান করে। ফলে গোলকের ভেতর নীট বল শূন্য বা ফ্লাক্সের পরিমাণ শূন্য। ফলে গোলকটি একটি সমবিভব ক্ষেত্র হিসেবে ক্রিয়া করে। অর্থাৎ অসীম হতে একক ধনাত্মক চার্জ গোলকটির পৃষ্ঠে আনতে যে কাজ সম্পন্ন হয়, তার অভ্যন্তরে নিতেও একই কাজ সম্পন্ন হয়।

23. **3.67 ফ্যারাড বলতে কী বুঝায়?** **[RB'17]**

উত্তর: কোনো ধারকের প্রত্যেক পাতে যে পরিমাণ আধান জমা হলে পাতদ্বয়ের মধ্যে একক বিভব পার্থক্য বজায় থাকে তাকে ঐ ধারকের ধারকত্ব বলে। ধারকের ধারকত্বের একক ফ্যারাড। কোনো ধারকের ধারকত্ব 3.67 ফ্যারাড বলতে বোঝায়, ধারকটির দুই পাতের বিভব পার্থক্য 1 ভোল্ট (V) বজায় রাখতে প্রত্যেক পাতে 3.67 কুলম্ব (C) আধানের প্রয়োজন হবে।

24. **কোনো সমবিভব তলে চার্জ স্থানান্তরে কৃত কাজ শূন্য– ব্যাখ্যা কর।** **[Ctg.B'17]**

উত্তর: তড়িৎ ক্ষেত্রের এক বিন্দু থেকে অন্য বিন্দুতে একটি একক ধনাত্মক চার্জকে স্থানান্তর করতে যে পরিমাণ কাজ করতে হয় তাকে ঐ দুই বিন্দুর বিভব পার্থক্য বলে।

অর্থাৎ কাজ, $W = q(V_A - V_B)$

কিন্তু সমবিভব তলে বিভব পার্থক্য শূন্য হয়। তাই কৃতকাজ শূন্য হয়।

$W = q \times 0 \therefore W = 0$

25. **কোনো ধারকের গায়ে $0.06\ \mu F - 210\ V$ লেখা আছে। কথাটির অর্থ কী?** **[SB'17]**

উত্তর: ধারকের ধারকত্বের একক ফ্যারাডে। কোনো ধারকের গায়ে $0.06\ \mu F - 210V$ লেখা থাকলে বোঝা যায়, ধারকটির দুই পাতের বিভব পার্থক্য 210V বাজায় রাখতে প্রত্যেক পাতে $(0.06 \times 210)\mu C$ আধান বা, $12.6\mu C$ আধান প্রদান করতে হবে।

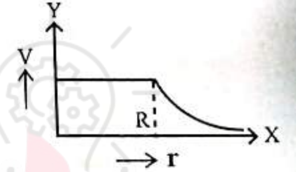
26. **একটি চার্জিত পরিবাহীর সমস্ত চার্জ কেন্দ্রে না থেকে পৃষ্ঠে ছড়ানো থাকে কেন? ব্যাখ্যা কর।** **[SB'17]**

উত্তর: একটি গোলক পরিবাহীর পৃষ্ঠে আধান স্থাপন করলে আধানটি গোলকটির সর্বত্র সমানভাবে ছড়িয়ে পড়ে। ফলে গোলকের পৃষ্ঠ থেকে নির্গত বলরেখাগুলো লম্বভাবে সকল দিকে নির্গত হবে। এই বলরেখাকে পেছনের দিকে বাড়ালে এগুলো গোলকের কেন্দ্রে মিলিত হবে। আবার, q আধান গোলকের কেন্দ্রে অবস্থান করলেও বলরেখাসমূহ একই হয়। এজন্যই একটি চার্জিত পরিবাহীর সমস্ত চার্জ কেন্দ্রে না থেকে পৃষ্ঠে ছড়ানো থাকে।

27. **কোনো চার্জিত গোলাকার পরিবাহীর কেন্দ্র থেকে দূরত্ব বনাম বিভব লেখচিত্র আঁক ও ব্যাখ্যা কর।** **[BB'17]**

উত্তর: একটি চার্জিত গোলকের অভ্যন্তরে সকল বিন্দুতে বিভব এর পৃষ্ঠের বিভবের সমান হবে।

সুতরাং একটি চার্জিত গোলাকার পরিবাহীর কেন্দ্র থেকে দূরত্ব বনাম বিভব লেখচিত্র নিম্নে আঁকা ও ব্যাখ্যা করা হলো।



লেখচিত্র হতে দেখা যাচ্ছে, কেন্দ্র হতে পরিধি পর্যন্ত অর্থাৎ ব্যাসার্ধের সমান দূরত্ব পর্যন্ত যে কোনো বিন্দুতে বিভব সমান। আবার, ব্যাসার্ধের চেয়ে দূরত্ব বৃদ্ধির সাথে সাথে বিভব হ্রাস পায়।

28. **ধারকের মধ্যে পরাবিদ্যুৎ যুক্ত করলে ধারকত্বের কি পরিবর্তন হয়– ব্যাখ্যা কর।** **[BB'17]**

উত্তর: সমান্তরাল পাত ধারকের দুই পাতের মাঝখানে কোনো পরাবৈদ্যুতিক যুক্ত করলে ধারকের ধারকত্ব বৃদ্ধি পায়। পরাবৈদ্যুতিকের উপস্থিতিতে ধারকত্ব বৃদ্ধির অর্থ হচ্ছে একই আধানের জন্য ভোল্টেজ তথা বিভব পার্থক্য কমে যাওয়া। ধারকের পাতের আধান একই থাকলেও ধারকের অভ্যন্তরে তথা দুই পাতের মাঝে তড়িৎক্ষেত্র হ্রাস পায়। দুই পাতের মাঝে পরিবাহী থাকলেও তড়িৎ ক্ষেত্র হ্রাস পায়। যদি দুই পাতের মধ্যবর্তী স্থান পরাবৈদ্যুতিক দিয়ে সম্পূর্ণরূপে পূর্ণ করা হয় তাহলে তড়িৎ প্রাবল্য শূন্য হয়।

তড়িৎ ক্ষেত্রের প্রভাবে পরাবৈদ্যুতিক আধানের সামান্য সরণ হয় ফলে দুই পৃষ্ঠে আবিষ্ট আধানের উদ্ভব ঘটে এবং ধারকত্বের মান বেড়ে যায়।

29. **গোলাকার পরিবাহীর ধারকত্ব বনাম ব্যাসার্ধ লেখচিত্রের ঢাল কী নির্দেশ করে? ব্যাখ্যা কর।** **[CB'17]**

উত্তর: গোলাকার পরিবাহীর ধারকত্ব, $C = 4\pi \epsilon_0 r$; অর্থাৎ গোলীয় পরিবাহীর ধারকত্ব ব্যাসার্ধের সমানুপাতিক, $C \propto r$,

$\therefore$ ধারকত্ব ও ব্যাসার্ধের লেখচিত্র মূলবিন্দুগামী সরল রেখা হবে। এই লেখচিত্রের ঢাল ধ্রুবক অর্থাৎ $4\pi \epsilon_0$ নির্দেশ করে।

30. **চার্জের কোয়ান্টায়ন ব্যাখ্যা কর।** **[Din.B'17]**

উত্তর: আধানের যে কোনো মান হতে পারে না। আধানের মান e^- এর আধানের পূর্ণ সংখ্যার গুণিতক হয়। এ বিষয়টিকে আধানের কোয়ান্টায়ন বলে। দুটি অনাহিত বস্তুর মধ্যে ইলেকট্রন আদান-প্রদানের ফলে উভয়ই সমান মানের কিন্তু বিপরীতধর্মী চার্জে চার্জিত হয়। কয়টি ইলেকট্রন স্থানান্তর করলো তার ওপর আধানের মান নির্ভর করে। একারণে আধানের মান সর্বদা ইলেকট্রনের আধানের $(e = -1.6 \times 10^{-19}C)$ সরল গুণিতক হয়, ভগ্নাংশ হতে পারে না। যেমন, $2.4 \times 10^{-19}C$ মানের কোনো আধান থাকতে পারে না, এটি e – এর ভগ্নাংশ (1.5) গুণিতক।

31. "চার্জিত গোলকের কেন্দ্রে প্রাবল্য শূন্য"– ব্যাখ্যা কর। [DB'16]

উত্তর: গোলকের সকল চার্জ মূলত তার পৃষ্ঠে অবস্থান করে। গোলকের অভ্যন্তরে বাস্তব কোনো চার্জ বা বলরেখা না থাকায় গোলকের অভ্যন্তরে প্রাবল্য শূন্য, অর্থাৎ $E = 0$। তাই গোলকের অভ্যন্তরে যে কোনো দুই বিন্দুর মধ্যে চার্জ স্থানান্তরের জন্য কোনো কাজ করতে হয় না।

32. কোনো বস্তুকে হাত দ্বারা ঘর্ষণ করলে উহা আহিত হয় না কেন? ব্যাখ্যা কর। [RB'16]

উত্তর: মানবদেহ একটি উত্তম তড়িৎ পরিবাহক। ফলে কোনো বস্তুকে হাত দ্বারা ঘর্ষণ করলে সেটি স্বয়ংক্রিয়ভাবেই ভূ-সংযুক্ত হয়ে যায়। আর ভূ-সংযুক্ত হলে চার্জ আবিষ্ট হওয়া সম্ভব নয়।

33. ধারকে কিভাবে শক্তি সঞ্চিত হয়? [CB'16]

উত্তর: একটি আহিত ধারকের শক্তি হলো একে আহিত করতে প্রয়োজনীয় মোট কাজের পরিমাণ। ধারকের একটি পাতকে ভূ-সংযুক্ত করে অপর পাতটিকে চার্জিত করতে যে কাজ করতে হয় তাই ধারকের স্থিতিশক্তি। আবার একে ক্ষয়িত হতে দেওয়া হলে ঐ শক্তি ফিরে পাওয়া যায়।

34. তড়িৎ ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুর বিভর 15V বলতে কি বুঝায়? [Din.B'16]

উত্তর: তড়িৎ ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুর বিভব 15V বলতে বোঝায় যে অসীম থেকে প্রতি কুলম্ব ধনাত্মক আধানকে তড়িৎক্ষেত্রের ঐ বিন্দুতে আনতে 15J কাজ সম্পন্ন হয়।

35. একক চার্জ দ্বারা সৃষ্ট তড়িৎক্ষেত্র সুষম হয় না কেন? [RB'15]

উত্তর: একক চার্জ দ্বারা সৃষ্ট তড়িৎক্ষেত্রের কোনো বিন্দুর প্রাবল্য, $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r^2}$ $\frac{q}{r^2}$

এখানে, r হলো চার্জ হতে পরীক্ষাধীন বিন্দুর দূরত্ব। তড়িৎক্ষেত্রের বিভিন্ন স্থানে বিভিন্ন মানের তড়িৎপ্রাবল্য ও বলরেখাসমূহের বিভিন্ন ঘনত্বের প্যাটার্ন বিরাজ করে। এ সকল কারণেই একক চার্জ দ্বারা সৃষ্ট তড়িৎক্ষেত্র সুষম হয় না।

36. একটি সমান্তরাল পাত ধারকের ধারকত্ব 16.4μF বলতে কী বোঝায়? [Ctg.B'15]

উত্তর: একটি সমান্তরাল পাত ধারকের ধারকত্ব 16.4μF বলতে বুঝায়, ঐ ধারকের দুই পাতের মধ্যে 1V বিভব পার্থক্য বজায় রাখতে প্রত্যেক পাতে 16.4μC আধান প্রদান করতে হয়।

37. ধারকত্ব কোন কোন বিষয়ের উপর নির্ভর করে? [BB'15]

উত্তর: ধারকত্ব তিনটি বিষয়ের উপর নির্ভর করে, যথা:

(i) পরিবাহীর পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল, (ii) চারপার্শ্বস্থ মাধ্যমের ভেদনযোগ্যতা, (iii) অন্য পরিবাহীর উপস্থিতি।

38. গোলাকার পরিবাহীর ব্যাসার্ধ বাড়লে ধারকত্ব বৃদ্ধি পায় কেন? [Din.B'15]

উত্তর: গোলাকার পরিবাহীর ধারকত্ব, $C = 4\pi \in r$

অর্থাৎ $C \propto r$, ধারকত্ব ব্যাসার্ধের সমানুপাতিক।

চার্জ গোলকের বাইরের পৃষ্ঠে অবস্থান করে। ব্যাসার্ধ বেশি হলে, গোলকের পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল বেশি হয়। তাই গোলাকার পরিবাহীর ব্যাসার্ধ বাড়লে ধারকত্ব বৃদ্ধি পায়।

39. দুটি বিন্দুর বিভব পার্থক্য 10V বলতে কী বুঝায়? [Din.B'15]

উত্তর: দুটি বিন্দুর বিভব পার্থক্য 10V বলতে বুঝায়, বিন্দুদ্বয়ের মধ্যে 1C চার্জ স্থানান্তরে 10J কাজ সম্পন্ন হয়।

◆ CQ: সম্ভাব্য অনুধাবনমূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. কোনো মাধ্যমের পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবক 2.5 বলতে কী বুঝ?

উত্তর: কোনো মাধ্যমের পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবক 2.5 বলতে বোঝায় শূন্য বা বায়ু মাধ্যমে এবং অন্য কোনো মাধ্যমে সমদূরত্বে অবস্থিত দুটি বিন্দু চার্জের মধ্যকার পারস্পরিক বলের অনুপাত 2.5।

02. তড়িৎ বলের উপরিপাতন নীতি ব্যাখ্যা কর।

উত্তর: একটি চার্জ যদি অনেকগুলো চার্জ দ্বারা পরিবেষ্টিত থাকে কিংবা উক্ত চার্জের আশেপাশে অনেক চার্জ থাকে, তবে ওই চার্জের উপর ক্রিয়াশীল নীট (resultant) বল বের করতে হয়। এই নীট বল বের করতে হলে প্রত্যেকটি চার্জকে আলাদাভাবে এমনভাবে বিবেচনা করতে হয় যেন অন্য চার্জগুলো অনুপস্থিত রয়েছে। এভাবে প্রত্যেকটি চার্জের জন্য নির্ণেয় বলের ভেক্টর যোগফলই হবে উক্ত চার্জের উপর ক্রিয়াশীল নীট বল। বলের এ স্বতন্ত্র। নীতি উপরিপাতন নীতি হিসেবে পরিচিত।

03. **1F ধারকত্ব বিশিষ্ট একটি পরিবাহী তৈরি করা কি সম্ভব- ব্যাখ্যা কর।**

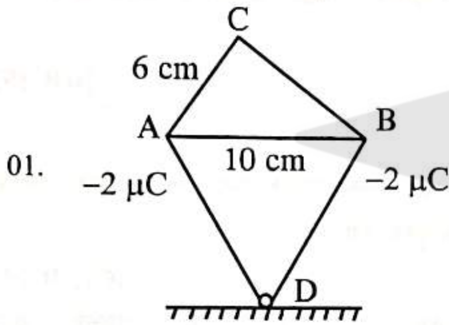
উত্তর: ধরি, পরিবাহীটি গোলকাকার। এখন আমরা জানি, গোলাকার পরিবাহীর ধারকত্ব, $C = 4\pi\epsilon_0 r$। 1 ফ্যারাড ধারকত্বের জন্য পরিবাহীটির ব্যাসার্ধ হবে, $r = \frac{C}{4\pi\epsilon_0} = \frac{1}{\frac{1}{9\times10^9}} = 9\times10^9 m$। এই মান অত্যন্ত বড় যা পৃথিবীর ব্যাসার্ধের চেয়েও বেশি। সুতরাং 1 ফ্যারাড ধারকত্ববিশিষ্ট পরিবাহী তৈরি করা সম্ভব নয়।

04. **তড়িৎ দ্বিমেরুর তড়িৎক্ষেত্রে লম্ব দ্বিখন্ডক রেখা বরাবর কোনো ধনাত্মক চার্জকে সরালে কোনো কাজ সম্পাদন করতে হয় না কেন?**

উত্তর: আমরা জানি, $W = VQ = 0 \times Q = 0J$। তড়িৎ দ্বিমেরুর লম্ব-দ্বিখন্ডক রেখার যে কোনো বিন্দুতে বিভব শূন্য হওয়ায় এই রেখা বরাবর ধনাত্মক চার্জকে সরাতে সম্পাদিত কাজের পরিমাণ শূন্য হয় অর্থাৎ কোনো কাজ করতে হয় না।

প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতামূলক সৃজনশীল প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

◆ **CQ: বিগত বছরসমূহের বোর্ড পরীক্ষার প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতামূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর**

01. 

চিত্রে **100 g** ভর এবং **1 μC** চার্জের একটি গোলক ভূমির উপর **D** বিন্দুতে অবস্থিত। এখানে **AB = AD = BD** এবং **∠ACB = 90°**। সমগ্র ব্যবস্থাটি উল্লম্ব অবস্থায় রাখা আছে। **[DB'22, RB'22]**

(গ) **A ও B বিন্দুর চার্জের জন্য C বিন্দুতে তড়িৎ বিভব নির্ণয় কর।** ৩

(ঘ) **D বিন্দুর গোলকটি উপরে উঠবে কিনা? গাণিতিকভাবে যাচাই কর।** ৪

উত্তর

গ. $AC = 6$ cm এবং $AB = 10$ cm . ΔABC তে $BC = \sqrt{10^2 - 6^2}$ cm $= 8$ cm

A বিন্দুর চার্জের জন্য C বিন্দুতে তড়িৎ বিভব,

$V_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 k}\frac{q_A}{r_1}$

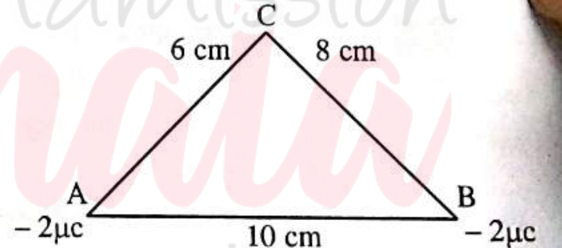
$= -300 \times 10^3$ V

$q_A = -2\mu C$
$= -2\times10^{-6} C$
$r_1 = 6$ cm $= 0.06$ m
$q_B = -2\mu C$
$= -2\times10^{-6} C$
$r_2 = 8$ cm
$= 0.08$m

B বিন্দুর চার্জের জন্য C বিন্দুতে তড়িৎ বিভব,

$V_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 k}\frac{q_B}{r_2}$

$= -225\times10^3 V$



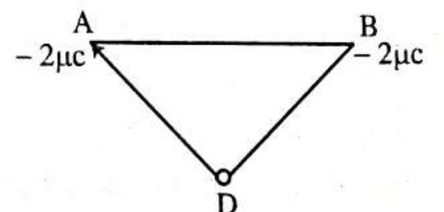
∴ A ও B বিন্দুর চার্জের জন্য C বিন্দুতে

তড়িৎ বিভব, $V = V_1 + V_2 = -525 \times 10^3 V$ **(Ans.)**

ঘ. দেওয়া আছে,

$AB = AD = BD$

বলা যায় Δ ABD সমবাহু ত্রিভুজ।



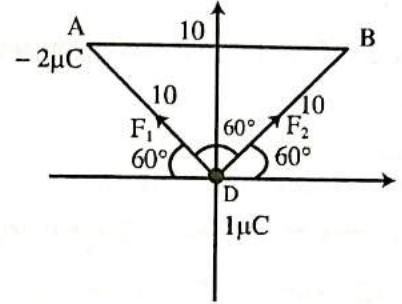
A ও D এর মধ্যকার বল, $F_1 = k \times \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2}$

$= 9\times10^9 \times \frac{1\times10^{-6}\times2\times10^{-6}}{0.1^2} = 1.8$ N

∴ Y অক্ষ বরাবর AD ও DB বলের লব্ধি,

$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1 \cdot F_2\cos\theta}$

$= \sqrt{1.8^2 + 1.8^2 + 2 \times 1.8 \times 1.8 \cos 60°\ N} = 3.1177\ N$



বলদ্বয় সমান হওয়ায় লব্ধি ঠিক মাঝ বরাবর কাজ করবে, যা অভিকর্ষ বলের বিপরীত দিক।

আবার, D বিন্দুতে বলের অভিকর্ষজ বল যা Y অক্ষের নিম্নমুখী কাজ করে।

∴ অভিকর্ষজ বল, $Fg = mg = 0.1 \times 9.8 = 0.98\ N$

যেহেতু $F > Fg$ তাই বলা যায় D বিন্দুর গোলকটি উপরে উঠবে।

02. বায়ু মাধ্যমে কোনো ধারকের সমান্তরাল পাত দুটির প্রতিটির ক্ষেত্রফল $1 \times 10^{-4}\ m^2$ এবং তারা পরস্পর হতে $2 \times 10^{-3}\ m$ দূরে অবস্থিত। ধারকটিকে $2\ \mu C$ আধানে চার্জিত করলে পাতদ্বয়ের মধ্যে 4 mV বিভব পার্থক্যের সৃষ্টি হয়। পরবর্তীতে পাত দুটিকে সমদ্বিখণ্ডিত করে একই ব্যবধানে রেখে দুটি ধারক তৈরি করে শ্রেণি সমবায়ে সাজানো হলো। **[RB'22]**

(গ) আদি অবস্থায় ধারকের পাতদ্বয়ের মধ্যবিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) পরবর্তী ঘটনায় সঞ্চিত শক্তি পূর্বাপেক্ষা বৃদ্ধি পাবে কি না—গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. আদি অবস্থায় ধারকের সমান্তরাল পাতের দূরত্ব, $d = 2 \times 10^{-3}m$

বিভব পার্থক্য, $V = 4 \times 10^{-3}V$

তড়িৎ প্রাবল্য, $E = ?$

আমরা জানি, $V = Ed \Rightarrow E = \frac{V}{d} = 2Nc^{-1}$ **(Ans.)**

ঘ. পূর্ববর্তী ঘটনায়,

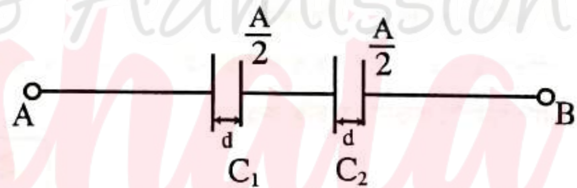
সমান্তরাল পাত দুটির ধারকত্ব,

$C = \frac{\epsilon_0 A}{d} = 4.425 \times 10^{-13}F$

$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}Fm^{-1}$
$A = 1 \times 10^{-4}m^2$
$d = 2 \times 10^{-3}m$
আধান, $Q = 2 \times 10^{-6}C$

∴ সঞ্চিত শক্তি, $W = \frac{1}{2} \times \frac{Q}{C} = \frac{1}{2} \times \frac{(2\times10^{-6})^2}{4.425\times10^{-13}} = 4.52\ J$

শ্রেণি সমবায়ে সমদ্বিখণ্ডিত করে একই ব্যবধানে রাখল,



এখন, ধারকত্ব, $C' = \frac{\epsilon_0 \frac{A}{2}}{d} = \frac{8.854\times10^{-12}\times\frac{1\times10^{-4}}{2}}{2\times10^{-3}}$

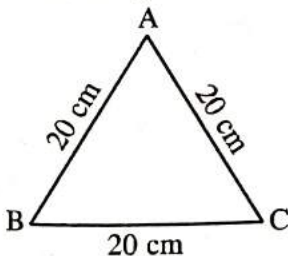
$= 2.2135 \times 10^{-13}F$

∴ শ্রেণি সমবায়ে সাজানোর ফলে, $C_{eq} = \left(\frac{1}{C'} + \frac{1}{C'}\right)^{-1} = \frac{C'}{2} = 1.10675 \times 10^{-13}F$

∴ পরবর্তী ঘটনায় সঞ্চিত শক্তি, $W' = \frac{1}{2} \times \frac{Q^2}{C_{eq}} = \frac{1}{2} \times \frac{(2\times10^{-6})^2}{1.10675\times10^{-13}} = 18.07J$

∴ দেখা যাচ্ছে, $W' > W$ তাই বলা যায়, পরবর্তী ঘটনায় সঞ্চিত শক্তি পূর্বাপেক্ষা বৃদ্ধি পাবে।

03.



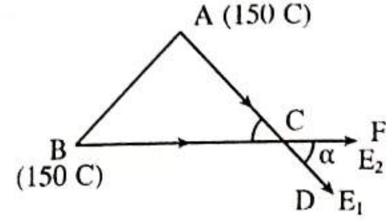
উপরের চিত্রে A ও B উভয় বিন্দুতেই 150 C চার্জ দেওয়া আছে। **[Ctg.B'22]**

(গ) 'C' বিন্দুর তড়িৎ প্রাবল্যের মান কত? ৩

(ঘ) 'C' বিন্দুর তড়িৎ প্রাবল্যের দিক কোন দিকে হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. A ও B বিন্দুতে 150 C চার্জ দেওয়া আছে,



$q_A = 150$ C

$q_B = 150$ C

প্রত্যেক বাহুর দৈর্ঘ্য = 20 cm

A বিন্দুর আধানের জন্য C বিন্দুর প্রাবল্য, $E_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q_A}{r^2}$

$= 9 \times 10^9 \times \frac{150}{(0.2)^2} = 3.375 \times 10^{13}\ NC^{-1}$

আবার, B বিন্দুর আধানের জন্য C বিন্দুতে প্রাবল্য, $E_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q_B}{r^2}$

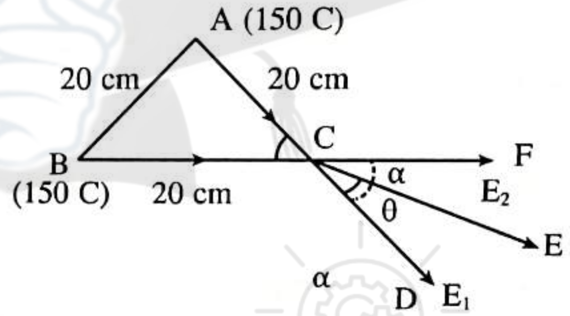
$= 9 \times 10^9 \times \frac{150}{(0.2)^2} = 3.375 \times 10^{13}\ NC^{-1}$

∴ C বিন্দুতে লব্ধি প্রাবল্যের মান, $E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + 2E_1E_2\cos\alpha}$ [∵ $\angle ACB = \angle FCD = \alpha = 60°$, সমবাহু ত্রিভুজ বলে]

$= \sqrt{(3.375 \times 10^{13})^2 + (3.375 \times 10^{13})^2 + 2 \times (3.375 \times 10^{13})^2 \times \cos 60°}$

$= 5.8456 \times 10^{13}\ NC^{-1}$ **(Ans.)**

ঘ. C বিন্দুতে লব্ধি প্রাবল্য $\vec{E}, \vec{E}_1$ এর সাথে θ কোণ উৎপন্ন করলে।



$\tan\theta = \frac{E_2\sin\alpha}{E_1 + E_2\cos\alpha}$ [∵ $\angle ACB = \angle FCD = 60°$, সমবাহু ত্রিভুজ বলে]

$= \frac{3.375\times10^{13}\sin 60°}{3.375\times10^{13} + 3.375\times10^{13}\cos 60°} = \frac{\sin 60°}{1+\cos 60°} = \frac{1}{\sqrt{3}}$

∴ $\theta = \tan^{-1}\frac{1}{\sqrt{3}} = 30°$ সুতরাং, গাণিতিক বিশ্লেষণ থেকে প্রতীয়মান হয় যে, লব্ধি প্রাবল্য $\vec{E}, \vec{E}_1$, ও $\vec{E}_2$ প্রত্যেকের সাথে একই কোণ অর্থাৎ 30° কোণ উৎপন্ন করবে।

04. **একটি সমান্তরাল পাত ধারকের প্রতি পাতের ক্ষেত্রফল $4\ mm^2$। পাতদ্বয় বায়ুতে পরস্পর হতে 0.5 m ব্যবধানে অবস্থিত। প্রত্যেক পাতে সরবরাহকৃত চার্জের পরিমাণ 6×10^{-9} C। [Ctg.B'22]**

(গ) ধারকটির ধারকত্ব নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) পাতদ্বয়ের মধ্যকার বিভব পার্থক্য অর্ধেক করা হলে ধারকটির সঞ্চিত শক্তি পূর্বেকার সঞ্চিত শক্তির এক-চতুর্থাংশ হবে কি না? গাণিতিকভাবে যাচাই কর। 8

উত্তর

গ.

দেওয়া আছে,

ক্ষেত্রফল, $A = 4\ mm^2 = 4 \times 10^{-6}\ m^2$

ব্যবধান, $d = 0.5$ m

$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}$ F/m

ধারকটির ধারকত্ব, $C = \frac{\epsilon_0 A}{d} = \frac{8.85\times10^{-12}\times4\times10^{-6}}{0.5}$

$= 7.08 \times 10^{-17}$ F **(Ans.)**

ঘ. সমান্তরাল প্রত্যেক পাতে চার্জের পরিমাণ, $Q = 6 \times 10^{-19}$ C

সঞ্চিত শক্তি, V = ?

ধারেকত্ব, $C = 7.08 \times 10^{-17}$ F

আমরা জানি, $V = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2} \times \frac{(6\times10^{-19})^2}{7.08\times10^{-17}} = 2.54 \times 10^{-21}$ J

অন্যদিকে বিভব শক্তি অর্ধেক করা হলে, $\frac{V}{2} = V'$

আমরা জানি, Q = CV

এখন, $Q' = CV' = \frac{CV}{2} = \frac{Q}{2} = \frac{6\times10^{-19}}{2} = 3\times10^{-19}$

এখন, $U' = \frac{1}{2}\frac{Q'^2}{C} = \frac{1}{2}\times\frac{(3\times10^{-19})^2}{7.08\times10^{-17}} = 6.356\times10^{-22}$ J $\therefore \frac{U'}{U} = \frac{6.356\times10^{-22}}{2.54\times10^{-21}} = 0.25 = \frac{1}{4}$

অর্থাৎ, $U' = \frac{1}{4}\times U$ সুতরাং, প্রতীয়মান যে, পাতদ্বয়ের মধ্যকার বিভব পার্থক্য অর্ধেক করা হলে পূর্বের সঞ্চিত শক্তির এক-চতুর্থাংশ হবে। **(Ans.)**

05. **দুটি একইরকমের ক্ষুদ্র ধাতব বলে যথাক্রমে +3 nC এবং -12 nC আধান আছে। এরা বায়ুতে 3 cm ব্যবধানে থাকলে এদের মধ্যে তড়িৎ আকর্ষণ বল ক্রিয়া করে। পরবর্তীতে বল দুটি পরস্পরের সাথে স্পর্শ করে পুনরায় 3 cm ব্যবধানে রাখা হলো। [SB'22]**

(গ) **প্রথম ক্ষেত্রে তড়িৎ আকর্ষণ বলের মান নির্ণয় কর।** ৩

(ঘ) **উদ্দীপকের দ্বিতীয় ক্ষেত্রে তড়িৎ বলের প্রকৃতি পূর্বের সমান না ভিন্ন– গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও।** ৪

উত্তর

গ. $q_1 = +3nC = +3\times10^{-9c}$

$q_2 = -12nC = -12\times10^{-9c}$

$r = 3\text{ cm} = 0.03\text{ m}$

তাহলে, তড়িৎ আকর্ষণ বলের মান, $F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q_1q_2}{r^2} = 9\times10^9\times\frac{3\times10^{-9}\times12\times10^{-9}}{(0.03)^2} = 3.6\times10^{-4}$N; আকর্ষণ ধর্মী।

ঘ. বল দুটি পরস্পর স্পর্শ করে পুনরায় 3 cm ব্যবধানে রাখা হলে, চার্জের সমবণ্টন ঘটবে।

তাহলে, চার্জদ্বয় হবে $= q_1' = q_2' = \left(\frac{3-12}{2}\times10^{-9}\right)C = -4.5\times10^{-9}C$

তড়িৎ বল হবে, $F' = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q_1'q_2'}{r^2} = 9\times10^9\times\frac{4.5\times10^{-9}\times4.5\times10^{-9}}{(0.03)^2} = 2.025\times10^{-4}$; বিকর্ষণধর্মী।

দ্বিতীয় ক্ষেত্রে তড়িৎ বলের প্রকৃতি পূর্বের চেয়ে ভিন্ন।

06. **গোলকাকার পরিবাহীতে 5টি প্রোটনের সমপরিমাণ চার্জ দেয়া আছে। গোলকের ব্যাসার্ধ 0.5 m। (মাধ্যমের পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবক 1.005, $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9\times10^9\text{ Nm}^2\text{C}^{-2}$) [BB'22]**

0.5m

(গ) **গোলকটির কেন্দ্র থেকে 0.8 m দূরের কোনো বিন্দুতে তড়িৎ বিভব নির্ণয় কর।** ৩

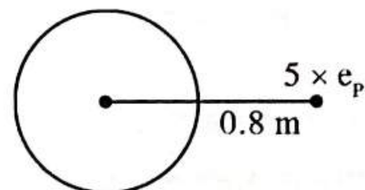
(ঘ) **উদ্দীপকে চার্জিত গোলাকার পরিবাহীটিকে যদি সমান ব্যাসার্ধের 5টি গোলকে বিভক্ত করা হয় যাতে প্রত্যেক গোলকে চার্জ সমভাবে বণ্টিত হয় তাহলে পরিবর্তিত প্রতিটি পরিবাহীর পৃষ্ঠের বিভব পূর্বের পরিবাহীর পৃষ্ঠের বিভবের এক-পঞ্চমাংশ হবে কিনা? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।** ৪

উত্তর

গ. দেওয়া আছে,

কেন্দ্র হতে দূরত্ব, $r = 0.8$ m

তড়িৎ বিভব, $V = ?$



$V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0 k}\times\frac{q}{r} = \frac{9\times10^9}{1.005}\times\frac{8\times10^{-19}}{0.8}$

$= 8.955\times10^{-9}$ V **(Ans.)**

ঘ. চার্জিত গোলাকার পরিবাহীটির ব্যাসার্ধ 0.5 m, এটি সমান ব্যাসার্ধের 5 টি গোলকে বিভক্ত করলে,

$\frac{4}{3}\pi R^3 = n \times \frac{4}{3}\pi r^3 \Rightarrow 0.5^3 = 5 \times r^3 \Rightarrow r^3 = 0.025$

$\therefore r = 0.2924$ m

$\therefore$ পূর্বের পরিবাহীর পৃষ্ঠের বিভব, $V_0 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0 k} \times \frac{q}{R}$

$= \frac{9\times10^9}{1.005} \times \frac{8\times10^{-19}}{0.5}$

$= 1.433 \times 10^{-8}$ V

$n = 5$
$R = 0.5$ m
$R = 0.5$ m
$q = 5 \times 1.6 \times 10^{-19}$
$C = 8 \times 10^{-19}$ C
$K = 1.005$

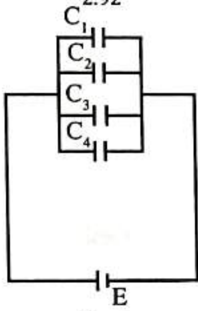
পরিবর্তিত প্রতিটি পরিবাহীর, $q' = 1.6 \times 10^{-19}$ C [$\because$ 5 টি গোলকে আধান সমানভাগে বণ্টিত করা হয়]

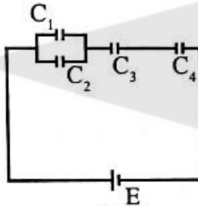
$r = 0.2924$ m

$\therefore$ পরিবর্তীত প্রতিটি পরিবাহীর পৃষ্ঠের বিভব,

$\therefore$ বিভব, $V' = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0 k} \times \frac{q'}{r} = \frac{9\times10^9}{1.005} \times \frac{1.6\times10^{-19}}{0.2924} = 4.9 \times 10^{-9}$ V $\therefore \frac{V}{V'} = \frac{1.433\times10^{-8}}{4.9\times10^{-9}} = 2.92$

অর্থাৎ, $V' = \frac{V}{2.92}$ তাই বলা যায়, পরিবর্তিত প্রতিটি পরিবাহীর পৃষ্ঠের বিভব পূর্বের পরিবাহীর পৃষ্ঠের বিভবের এক- পঞ্চমাংশ হবে না বরং $\frac{1}{2.92} = 0.342$ গুণ হবে।

07. 

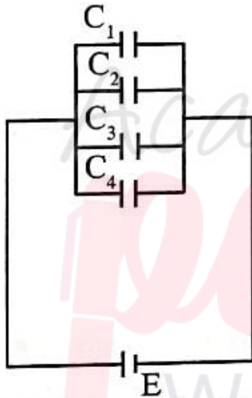


চিত্রে, C_1=C_2=2 μF, C_3=C_4=4 μF, E=12 V **[BB'22]**

(গ) ১নং চিত্রে তুল্য ধারকত্ব নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের বর্তনী দুটির ক্ষেত্রে কোনটিতে সঞ্চিত শক্তির পরিমাণ বেশি হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. 

$C_1 = C_2 = 2$ μF., $C_3 = C_4 = 4$ μF

যেহেতু; ধারকের সংযোগ সমান্তরাল তাই, চিত্রে, সংযোগের তুল্য ধারকত্ব, $C_P = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 = 2 + 2 + 4 + 4 = 12$ μF

ঘ. প্রথম চিত্রে, 'গ' হতে প্রাপ্ত $C_P = 12$ μF $= 12 \times 10^{-6}$F এবং E = 12 V

আমরা জানি, সঞ্চিত শক্তির পরিমাণ, $V_1 = \frac{1}{2}C_P V^2 = \frac{1}{2} \times 12 \times 10^{-6} \times 12^2 = 8.64 \times 10^{-4}$ J

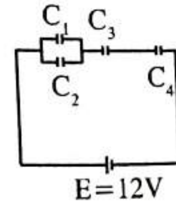
দ্বিতীয় চিত্রে,

C_1 ও C_2 সমান্তরালে সংযোগ,

তাই, $C_{p_1} = C_1 + C_2 = 2 + 2 = 4$ μF

C_{P_1}, C_3 ও C_4 শ্রেণিতে সংযোগ।

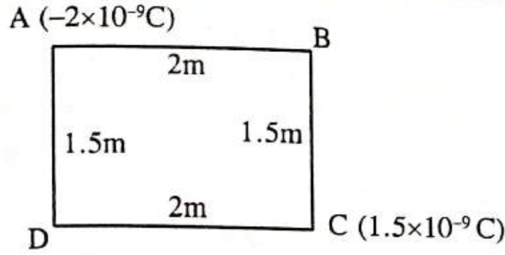
এখানে, $C_1 = C_2 = 2$ μF
$C_3 = C_4 = 4$ μF



তাই, সংযোগের তুল্য ধারকত্ব, $C_S = \left(\frac{1}{C_{P_1}} + \frac{1}{C_3} + \frac{1}{C_4}\right)^{-1} = \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4}\right)^{-1} = \frac{4}{3}$ μF $= \frac{4}{3} \times 10^{-6}$ F

এখন, আমরা জানি, সঞ্চিত শক্তি, $V_2 = \frac{1}{2}C_S V^2 = \frac{1}{2} \times \frac{4}{3} \times 10^{-6} \times (12)^2 = 9.6 \times 10^{-5}$ J

$\therefore$ উদ্দীপকের বর্তনী দুটির ক্ষেত্রে দেখা যাচ্ছে, $V_1 > V_2$ অর্থাৎ প্রথমটির সঞ্চিত শক্তির পরিমাণ বেশি।

08. 

চিত্রে, A ও C বিন্দুতে বায়ু মাধ্যমে যথাক্রমে -2×10^{-9}C এবং $+1.5 \times 10^{-9}$C চার্জ স্থাপন করা হলো: [JB'22]

(গ) B বিন্দুতে প্রাবল্যের মান কত? ৩

(ঘ) B এবং D বিন্দুতে বিভবের মান সমান হবে কিনা–গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. A চার্জের জন্য B বিন্দুতে প্রাবল্য, $E_A = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q_A}{AB^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{2\times10^{-9}}{2^2} = 4.5\ NC^{-1}$, BA বরাবর।

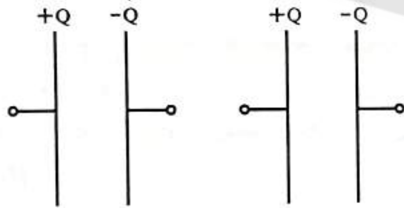
C বিন্দুর চার্জের জন্য B বিন্দুতে প্রাবল্য, $E_C = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\cdot\frac{q_C}{BC^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{1.5\times10^{-9}}{1.5^2} = 6\ NC^{-1}$; CB বরাবর।

B বিন্দুতে প্রাবল্যের মান, $E_B = \sqrt{4.5^2 + 6^2} = 7.5\ NC^{-1}$ **(Ans.)**

ঘ. B বিন্দুতে বিভব, $V_B = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q_A}{AB} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q_C}{BC} = 9 \times 10^9 \times \left(\frac{-2\times10^{-9}}{2} + \frac{1.5\times10^{-9}}{1.5}\right) = 0\ V$

D বিন্দুতে বিভব, $V_D = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q_A}{AD} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q_C}{CD} = 9 \times 10^9\left(\frac{-2\times10^{-9}}{1.5} + \frac{1.5\times10^{-9}}{2}\right) = -5.25\ V \because V_B \neq V_D$

∴ B ও D বিন্দুতে বিভবের মান সমান হবে না।

09. 

চিত্র-১ চিত্র-২

পাতের ক্ষেত্রফল = 4 cm² পাতের ক্ষেত্রফল = 2 cm²

উভয় ক্ষেত্রে, Q = 3C এবং K = 1.0005 [CB'22]

(গ) চিত্র-১ এর পাতধারকের বিভব পার্থক্য 6 V হলে, ধারকে সঞ্চিত শক্তি কত? ৩

(ঘ) উভয় ধারকের ধারকত্ব সমান পেতে হলে চিত্র-১ এবং চিত্র-২ এর ধারকদ্বয়ের পাতসমূহকে কীভাবে স্থাপন করেত হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. দেওয়া আছে, আধান, Q = 3C

পাত ধারকের বিভব পার্থক্য, V = 6V

তাহলে, ধারকে সঞ্চিত শক্তি, $v = \frac{1}{2}QV = \frac{1}{2} \times 3 \times 6 = 9\ J$

ঘ. ১ম ধারকের ক্ষেত্রে, Q = 3C

পাতের ক্ষেত্রফল, $A_1 = 4cm^2 = 4 \times 10^{-4}m^2$

ধারকের দুই পাতের মধ্যবর্তী দূরত্ব, d_1 =?

২য় ধারকের ক্ষেত্রে, পাতের ক্ষেত্রফল, $A_2 = 2cm^2 = 2 \times 10^{-4}m^2$

দুই পাতের মধ্যবর্তী দূরত্ব, d_2 =?

পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবক, k = 1.0005

প্রশ্নমতে, ধারকত্ব সমান হলে, $\frac{k\epsilon_0 A_1}{d_1} = \frac{k\epsilon_0 A_2}{d_2} \Rightarrow \frac{d_1}{d_2} = \frac{A_1}{A_2} = \frac{4\times10^{-4}}{2\times10^{-4}} = 2$

$d_1 = 2d_2$

সুতরাং, উভয় ধারকের ধারকত্ব সমান পেতে হলে প্রথম ধারকের পাতদ্বয়কে দ্বিতীয় ধারকের পাতদ্বয়ের দ্বিগুণ দূরত্বে স্থাপন করতে হবে।

10. পরীক্ষাগারে একজন শিক্ষার্থী ধারক নিয়ে কাজ করছিলো। ধারকের প্রতিটি পাতের ক্ষেত্রফল **45 cm²** এবং পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব **2 mm** এবং একে **400 V** এর উৎসের সাথে সংযোগ দিয়ে চার্জিত করা হচ্ছে। শিক্ষার্থী **K = 5** মানের পরাবৈদ্যুতিক মাধ্যমে একবার প্রবেশ করিয়ে চার্জিত করলো এবং আরেকবার পরাবৈদ্যুতিক মাধ্যম ব্যতীত চার্জিত করলো এবং সঞ্চিত শক্তি উভয় ক্ষেত্রে পরিমাপ করলো। **[Din.B'22]**

(গ) পরাবৈদ্যুতিক মাধ্যম ব্যতিরেকে ধারকটিতে প্রতিটি পাতে সঞ্চিত চার্জের মান কত? ৩

(ঘ) উদ্দীপকে শিক্ষার্থীর পরীক্ষণে কোন ক্ষেত্রে সঞ্চিত শক্তির মান বেশি হবে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. পাতদ্বয়ের বিভব পার্থক্য, $V = 400\text{ V}$

প্রতিটি পাতের ক্ষেত্রফল, $A = 45\text{ cm}^2 = 45 \times 10^{-4}\text{m}^2$

পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব, $d = 2\text{mm} = 2 \times 10^{-3}\text{m}$

তাহলে, ধারকটির ধারকত্ব, $C = \frac{\epsilon_0 A}{d} = \frac{8.854\times10^{-12}\times45\times10^{-4}}{2\times10^{-3}} = 1.99215 \times 10^{-11}\text{ F}$

তাহলে, প্রতি পাতে সঞ্চিত চার্জ, $Q = CV$; $(1.99215 \times 10^{-11} \times 400)\text{ C} = 7.9686 \times 10^{-9}\text{C}$

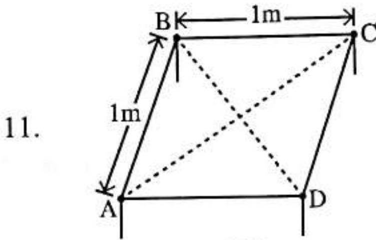
ঘ. পরাবৈদ্যুতিক মাধ্যম ব্যতিরেকে

সঞ্চিত শক্তি, $U = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2} \times 1.99215 \times 10^{-11} \times (400)^2 = 1.59372 \times 10^{-6}\text{ J}$

পরাবৈদ্যুতিক মাধ্যমসহ সঞ্চিত শক্তি,

$U' = \frac{1}{2}C'V^2 = \frac{1}{2}kCV^2 = \frac{1}{2} \times 5 \times 1.99215 \times 10^{-11} \times (400)^2 = 7.9686 \times 10^{-6}\text{ J}$

পরাবৈদ্যুতিক মাধ্যমসহ পরীক্ষণে সঞ্চিত শক্তির মান বেশি হবে।

11. 

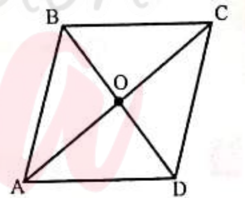
চিত্রে **1 m** দৈর্ঘ্যের একটি বর্গাকার টেবিল। টেবিল এর চারটি কোণা **A, B, C** এবং **D** তে যথাক্রমে 4×10^{-12} C, 4×10^{-12} C, 2×10^{-12} C এবং 2×10^{-12} C চার্জ স্থাপন করা হলো এবং পরবর্তীতে **10 gm** ভরের **+1 C** মানের চার্জিত একটি শোলা বল বর্গাকার তলের কেন্দ্রে স্থাপন করা হলো। **[Din.B'22]**

(গ) কেন্দ্রে চার্জিত বস্তু স্থাপনের পূর্বে কেন্দ্রে বিভবের মান নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) শোলা বলের উপর ক্রিয়াশীল তড়িৎ বল ও অভিকর্ষজ বলের মান ভিন্ন—গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. বর্গাকার পাতের বাহুর দৈর্ঘ্য = 1 m



বর্গাকার কর্ণের দৈর্ঘ্য = $\sqrt{2}$ m

বর্গাকার কেন্দ্র হতে যেকোনো শীর্ষের দূরত্ব, $= \frac{\sqrt{2}}{2}\text{ m} = \frac{1}{\sqrt{2}}\text{ m}$

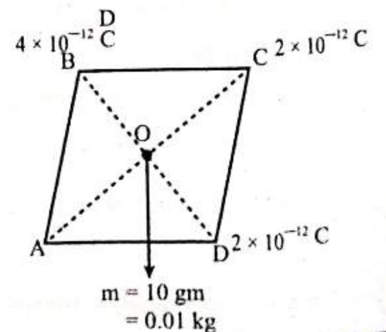
তাহলে, কেন্দ্রে বিভব $= \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\left(\frac{q_A}{AO} + \frac{q_B}{BO} + \frac{q_C}{CO} + \frac{q_D}{DO}\right)$

$$= 9 \times 10^9 \times \left(\frac{4\times10^{-12}}{\frac{1}{\sqrt{2}}} + \frac{4\times10^{-12}}{\frac{1}{\sqrt{2}}} + \frac{2\times10^{-12}}{\frac{1}{\sqrt{2}}} + \frac{2\times10^{-12}}{\frac{1}{\sqrt{2}}}\right) = 0.1527\text{ V}$$

ঘ. A এবং C চার্জের জন্য, O বিন্দুতে ক্রিয়ারত লব্ধি তড়িৎ বল, $F_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\left\{\frac{4\times10^{-12}}{\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)^2} - \frac{2\times10^{-12}}{\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)^2}\right\}$

$= (9 \times 10^9 \times 2 \times 2 \times 10^{-12})\text{ N } 4 \times 10^{-12}\text{C} = 0.036\text{ N}$, AOC বরাবর।

B ও D চার্জের জন্য



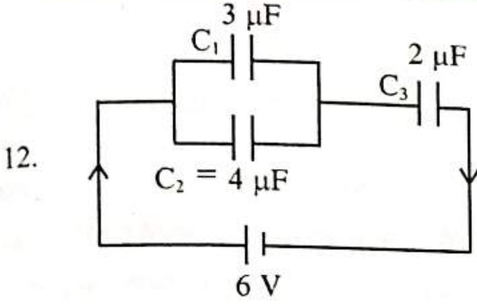
O বিন্দুতে ক্রিয়ারত লব্ধি তড়িৎ বল, $F_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\left\{\frac{4\times10^{-12}}{\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)^2} - \frac{2\times10^{-12}}{\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)^2}\right\}$

$= 0.036$ N, BOD বরাবর।

O বিন্দুতে নিট তড়িৎ বল, $F = \sqrt{0.036^2 + 0.036^2} = 0.0509\text{ N}$

$F \neq W$

শোলা বলের উপর ক্রিয়াশীল তড়িৎ বল ও অভিকর্ষ বলের মান ভিন্ন।

12. 

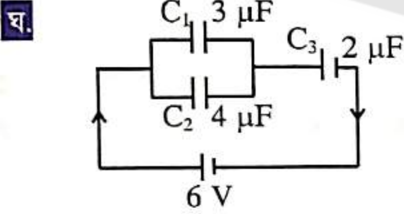
বর্তনীটিতে বায়ু মাধ্যমে ধারকগুলোর প্রতিটির পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব **0.1 mm**। তিনটি ধারকেই প্রদেয় তিনটি স্থানের মধ্যেই অবস্থান পরিবর্তন করা যায়। **[MB'22]**

(গ) C_1 ধারকের পাতের ক্ষেত্রফল নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) ধারক তিনটি অবস্থান কীভাবে পরিবর্তন করলে বর্তনীতে সর্বোচ্চ সঞ্চিত শক্তি পাওয়া যাবে? গাণিতিকভাবে বর্তনী চিত্র অঙ্কনপূর্বক বিশ্লেষণ কর। ৪

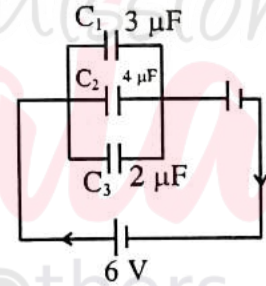
উত্তর

গ. C_1 ধারকের মধ্যবর্তী দূরত্ব, $d = 0.1 \text{ mm} = 0.1 \times 10^{-3}$ m
ভেদনযোগ্যতা, $\epsilon_o = 8.854 \times 10^{-12}$ Fm^{-1}
ক্ষেত্রফল, n =? ধারকত্ব $C_1 = 3\ \mu F = 3 \times 10^{-6}$ F
আমরা জানি, $C = \frac{\epsilon_o A}{d} \Rightarrow 3 \times 10^{-6} = \frac{8.854 \times 10^{-12} \times A}{0.1 \times 10^{-3}} \Rightarrow A = \frac{3\times10^{-6}\times0.1\times10^{-3}}{8.854\times10^{-12}} = 33.883\ m^2$

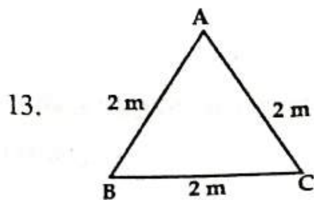
ঘ. 

এখানে, C_1 ও C_2 সমান্তরালে অবস্থিত
$\therefore C_P = C_1 + C_2 = (3+4)\ \mu F = 7\ \mu F$
C_P ও C_3 শ্রেণিতে সমবায়ে, তাই তুল্য ধারকত্ব, $C_{eq} = \left(\frac{1}{C_p} + \frac{1}{C_3}\right)^{-1} = \left(\frac{1}{7} + \frac{1}{2}\right)^{-1}$
$= \frac{14}{9}\ \mu F = \frac{14}{9} \times 10^{-6}$ F

এখানে, V = 6 V.
সঞ্চিত শক্তি, $U_1 = \frac{1}{2} C_s V^2 = \frac{1}{2} \times \frac{14}{9} \times 10^{-6} \times (6)^2 = 2.8 \times 10^{-5}$ J
অন্যদিকে, সর্বোচ্চ সঞ্চিত শক্তি পেতে হলে, যেহেতু, $U \propto C_{eq}$ তাই বলা যায়, তুল্য ধারকত্ব, C_{eq} সর্বোচ্চ হলেই সম্ভব।
তুল্য ধারকত্ব সর্বোচ্চ তখনই হবে যখন ধারগুলো সমান্তরাল সমবায়ে থাকবে।



$\therefore$ ধারকগুলো সমান্তরাল সমবায় থাকলে তুল্য ধারকত্ব,
$C'_{eq} = (C_1 + C_2 + C_3)$
$= (3+4+2)\ \mu F$
$= 9\ \mu F = 9 \times 10^{-6}$ F
$\therefore$ সর্বোচ্চ সঞ্চিত শক্ত, $U_{max} = \frac{1}{2} \times C'_{eq} \times V^2 = \frac{1}{2} \times (9 \times 10^{-6}) \times 6^2$
$= 1.62 \times 10^{-4}$ J
এখানে, ধারক তিনটির অবস্থান সমান্তরাল সমবায়ে পরিবর্তন করলে বর্তনীতে সর্বোচ্চ সঞ্চিত শক্তি, $U_{max} = 1.62 \times 10^{-4}$ J পাওয়া যাবে।

13. 

$\mathbf{q_1 = 3 \times 10^{-9} C, q_2 = 3 \times 10^{-9} C}$
চিত্রে ভূমির উল্লম্ব বরাবর **ABC** একটি সমবাহু ত্রিভুজ। **[DB'19]**

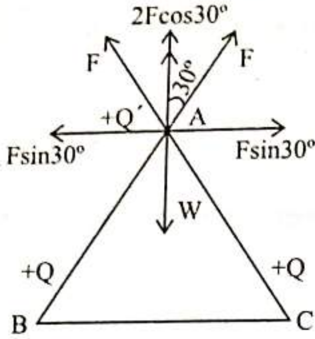
(গ) **A** বিন্দুতে বিভবের মান কত? ৩

(ঘ) **A** বিন্দুতে **2 kg** ভরের একটি বস্তু ঝুলিয়ে রাখতে হলে কী বৈদ্যুতিক ব্যবস্থা নিতে হবে? বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. $V_A = V_{BA} + V_{CA} = \frac{1}{4\pi\epsilon_o}.\frac{q_1}{AB} + \frac{1}{4\pi\epsilon_o}.\frac{q_2}{CA} = \left\{9\times10^9\times\frac{3\times10^{-9}}{2} + 9\times10^9\times\frac{3\times10^{-9}}{2}\right\}V = 27V$ **(Ans.)**

ঘ.



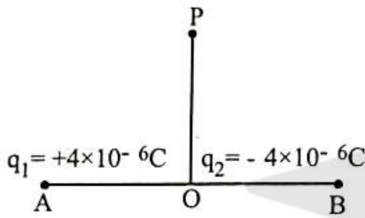
যদি A বিন্দুতে ঝুলন্ত বস্তুটিকে +Q′ চার্জে চার্জিত করা যায়, তাহলে B ও C বিন্দুতে অবস্থিত $+Q = 3\times10^{-9}C$ মানের চার্জ দুইটি একে F মানের বলে বিকর্ষণ করবে। এই F মানের বলদ্বয়ের অন্তর্ভুক্ত কোণ বিপ্রতীপ কোণ $\angle BAC = 60°$ এর সমান। তাহলে, F মানের বলদ্বয়ের একটি লম্বাংশ ওজনের বিপরীত দিকে কাজ করে ওজনকে নাকচ করবে।

সুতরাং, $F\cos30° + F\cos30° = W \Rightarrow 2F\cos30° = 2F\times\frac{\sqrt{3}}{2} = W$

$\Rightarrow \frac{1}{4\pi\epsilon_o}.\frac{QQ'}{2^2} = \frac{W}{\sqrt{3}} \Rightarrow 9\times10^9\times\frac{3\times10^{-9}}{2^2}\times Q' = \frac{2\times9.8}{\sqrt{3}}$ ∴ $Q' = 1.676C$

∴ A বিন্দুর বস্তুটিকে +1.676 C চার্জে চার্জিত করলে এটিকে ঝুলিয়ে রাখা যাবে।

14.



A বিন্দুতে চার্জের পরিমাণ $q_1 = +4\times10^{-6}C$ এবং B বিন্দুতে, $q_2 = -4\times10^{-6}C$ এখন $OP = OA = OB = 10$ cm **[RB'19]**

(গ) q_1 ও q_2 চার্জের জন্য **'O'** বিন্দুর বিভব নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) বর্ণিত চার্জদ্বয়ের জন্য **O** ও **P** বিন্দুর তড়িৎ প্রাবল্য একই হবে কি না? যাচাই করে মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. 'O' বিন্দুতে বিভব $= \frac{1}{4\pi\epsilon_o}\left(\frac{q_1}{OA}+\frac{q_2}{OB}\right) = 9\times10^9\times\left(\frac{4\times10^{-6}}{0.1} - \frac{4\times10^{-6}}{0.1}\right)V = 0V$

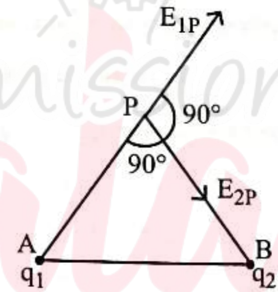
ঘ. $AP = BP = \sqrt{AO^2 + OP^2} = 10\sqrt{2}$ cm $= 0.1414$m

$\tan\angle APO = \frac{OA}{OP} = 1$; $\angle APO = 45°$ একইভাবে, $\angle BPO = 45°$

∴ $\angle APB = \angle APO + \angle BPO = 90°$

$E_{1P} = E_{2P} = \frac{1}{4\pi\epsilon_o}\times\frac{4\times10^{-6}}{AP^2}NC^{-1} = 1.8\times10^6NC^{-1}$

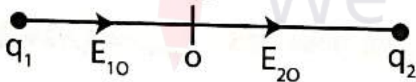
$\vec{E}_{1P}$ ও $\vec{E}_{2P}$ এর মধ্যবর্তী কোণ 90°



∴ P বিন্দুতে প্রাবল্য, $E_P = \sqrt{E_{1P}^2 + E_{2P}^2 + 2E_{1P}E_{2P}\cos90°}$

$= \sqrt{2}\,E_{1P}$ [∴ $E_{1P} = E_{2P}$] $= 2.55\times10^6$ NC^{-1}

$E_{10} = E_{20} = \frac{1}{4\pi\epsilon_o}\times\frac{4\times10^{-6}}{AO^2}NC^{-1} = 3.6\times10^6NC^{-1}$



O বিন্দুতে প্রাবল্য, $E_o = E_{10} + E_{20} = 7.2\times10^6NC^{-1}$

∴ O ও P বিন্দুর তড়িৎ প্রাবল্য একই হবে না।

15. একটি সমান্তরাল পাত ধারকের প্রতি পাতের ক্ষেত্রফল 10^{-4} **cm²**। পাতদ্বয় বায়ুতে পরস্পর হতে **1 cm** ব্যবধানে অবস্থিত। প্রত্যেক পাতে সরবরাহকৃত চার্জের পরিমাণ 8.9×10^{-10}**C**। **[Ctg.B'19]**

(গ) ধারকের পাতদ্বয়ের চার্জ ঘনত্ব নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) পাতদ্বয়ের মধ্যকার বিভব পার্থক্য অর্ধেক করা হলে ধারকটির সঞ্চিত শক্তি পূর্বেকার সঞ্চিত শক্তির এক-চতুর্থাংশ হবে কি না-গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

উত্তর

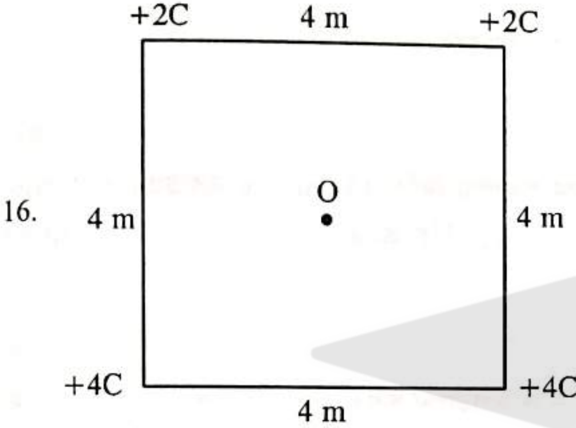
গ. $\sigma = \frac{Q}{A} = \frac{8.9\times10^{-10}}{10^{-8}} C/m^2 = 8.9\times10^{-2} C/m^2$ | $Q = 8.9\times10^{-10}C$; $A = 10^{-4}cm^2 = 10^{-8}m^2$

ঘ. $C = \frac{\varepsilon_0 A}{d} = 8.854\times10^{-18}F$ | $A = 10^{-8}m^2$; $d = 0.01\ m$

প্রাথমিক বিভব পার্থক্য, $V_1 = \frac{Q}{C} = 1.01\times10^{8}V$

$V_2 = \frac{V_1}{2} = 5.03\times10^{7}V$; $U_1 = \frac{1}{2}CV_1^2 = 0.045\ J$

$U_2 = \frac{1}{2}CV_2^2 = 0.011\ J = \frac{1}{4}U_1$। বর্তমান সঞ্চিত শক্তি পূর্বের সঞ্চিত শক্তির এক-চতুর্থাংশ।

16. 

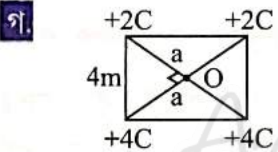
[SB'19]

পরবর্তীতে বর্গক্ষেত্রের কেন্দ্র (O)-তে +1C চার্জে চার্জিত 9.8 kg ভরের একটি বস্তু রাখা হলো।

(গ) উদ্দীপকে 'O' বিন্দুতে বিভব কত? ৩

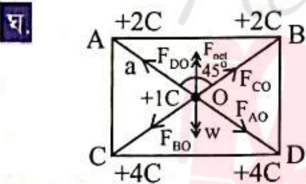
(ঘ) ২য় ক্ষেত্রে বস্তুটি সাম্যাবস্থায় থাকবে কি না গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মন্তব্য কর। ৪

উত্তর

গ. 

$a^2 + a^2 = 4^2 \therefore a = \sqrt{\frac{4^2}{2}}m = 2\sqrt{2}m$ ∴ O বিন্দুতে বিভব $= \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\left(\frac{2}{a}+\frac{2}{a}+\frac{4}{a}+\frac{4}{a}\right)$

$= 12\times\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\times\frac{1}{a} = 12\times9\times10^9\times\frac{1}{2\sqrt{2}}V = 3.82\times10^{10}V$

ঘ. 

'গ' হতে, $a = 2\sqrt{2}m$; $F_{AO} = F_{BO} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\times\frac{2\times1}{a^2} = 2.25\times10^9N$

$F_{CO} = F_{DO} = 2F_{AO} = 4.5\times10^9N$

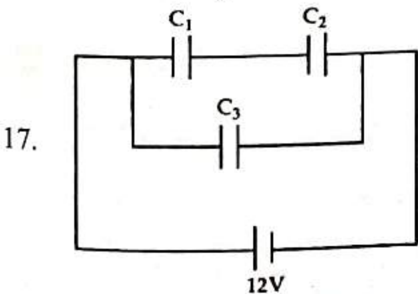
OB বরাবর ক্রিয়াশীল লব্ধি বল, $F'_{OB} = F_{CO} - F_{BO} = 2.25\times10^9N$

একইভাবে, OA বরাবর ক্রিয়াশীল লব্ধি বল, $F'_{OA} = 2.25\times10^9N$

∴ চারটি চার্জের জন্য O বিন্দুতে ক্রিয়াশীল লব্ধি বল,

$F_{net} = F'_{OA}\cos45° + F'_{OB}\cos45° = 2F'_{OA}\cos45° = 3.18\times10^9N$

বস্তুটির ওজন, $W = 9.8\times9.8N = 96.04N$। বস্তুটি সাম্যাবস্থায় থাকবে না এবং ওজনের বিপরীত দিক বরাবর $(3.18\times10^9 - 96.04)N = 3.17999\times10^9N$ বল অনুভব করবে।

17. 

পাশের বর্তনীতে যুক্ত ধারকগুলোর প্রতিটির মান 0.2 μF [BB'19]

(গ) বর্তনীর তুল্য ধারকত্ব নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) বর্তনী হতে C_3-কে সরিয়ে নিলে সঞ্চিত তড়িৎ শক্তির কীরূপ পরিবর্তন হবে গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও। ৪

উত্তর

গ. C_1 ও C_2 শ্রেণিতে এবং C_3 এদের সাথে সমান্তরালে যুক্ত।

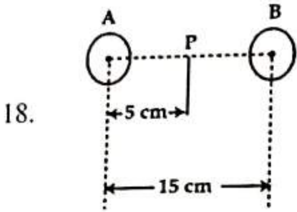
∴ বর্তনীর তুল্য ধারকত্ব, $C_{eq} = \left(\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}\right)^{-1} + C_3 = \left\{\left(\frac{1}{0.2}+\frac{1}{0.2}\right)^{-1} + 0.2\right\}\mu F = 0.3\ \mu F$

ঘ. বর্তনী হতে C_3 সরিয়ে নিলে তুল্য ধারকত্ব, $C'_{eq} = \left(\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}\right)^{-1} = 0.1\ \mu F$

এক্ষেত্রে সঞ্চিত তড়িৎ শক্তি, $U_2 = \frac{1}{2}C'_{eq}V^2 = 7.2\ \mu J$

C_3 থাকাকালীন অবস্থায় সঞ্চিত তড়িৎ শক্তি, $U_1 = \frac{1}{2}C_{eq}V^2 = 21.6\ \mu J = 3U_2$

∴ C_3 বর্তনী হতে সরিয়ে নিলে সঞ্চিত তড়িৎ শক্তি আগের সঞ্চিত তড়িৎ শক্তির $\frac{1}{3}$ গুণ হবে।

18. 

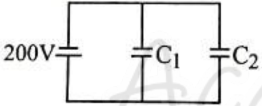
সমান ব্যাসার্ধের দুইটি গোলক **A** ও **B** শূন্যস্থানে পরস্পর থেকে **15 cm** দূরে অবস্থিত। **A** গোলকে চার্জ $+3\times10^{-12}C$ এবং **B** গোলকে চার্জ $+12\times10^{-12}C$ আছে। [JB'19]

(গ) P বিন্দুতে তড়িৎ বিভব নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) P বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য শূন্য হতে পারে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণ করে যুক্তি উপস্থাপন কর। ৪

উত্তর

গ. P বিন্দুতে বিভব, $V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_o}\times\frac{q_A}{r_A} + \frac{1}{4\pi\varepsilon_o}\times\frac{q_B}{r_B} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_o}\times\left(\frac{q_A}{r_A}+\frac{q_B}{r_B}\right) = 9\times10^9\times\left(\frac{3\times10^{-12}}{0.05}+\frac{12\times10^{-12}}{0.1}\right)V = 1.62V$

ঘ. 

$E_A = \frac{1}{4\pi\varepsilon_o}\times\frac{q_A}{r_A^2} = 10.8NC^{-1}$; $E_B = \frac{1}{4\pi\varepsilon_o}\times\frac{q_B}{r_B^2} = 10.8NC^{-1}$

∴ P বিন্দুতে মোট তড়িৎ প্রাবল্য $= E_A - E_B = 0\ NC^{-1}$ ∴ P বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য শূন্য।

19. 200V, C_1, C_2

নিচের বর্তনীতে C_1 ও C_2 দুটি সমান্তরাল পাত ধারক যুক্ত করা হয়েছে যাদের প্রতিটির দুই পাতের ব্যবধান **0.5 cm** এবং ধারকত্ব **600 pF**. পরবর্তীতে C_1 ধারককে কাগজ $(k = 3.5)$ দ্বারা পূর্ণ করা হলো এবং C_2-এর ঠিক মাঝখানে সমান্তরাল পাতের অনুরূপ পাতলা পাত প্রবেশ করানো হলো। $\epsilon_0 = 8.85\times10^{-12}C^2N^{-1}m^{-2}$। [CB'19]

(গ) ধারকের প্রতি পাতের ক্ষেত্রফল নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) ধারক দুটিতে কাগজ ও পাত প্রবেশ করানোর পর বর্তনীর সঞ্চিত তড়িৎ শক্তির কীরূপ পরিবর্তন হবে-গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা দাও। ৪

উত্তর

গ. দেওয়া আছে, $c = 600\ pF = 600\times10^{-12}\ F$; $d = 0.5\ cm = 5\times10^{-3}\ m$

∴ $C = \frac{\varepsilon_0 A}{d}$ ∴ $A = \frac{Cd}{\varepsilon_0} = 0.3388\ m^2$

ঘ. প্রাথমিক অবস্থায়, $C_{eq} = C_1 + C_2 = (600+600)pF = 1200\ pF$

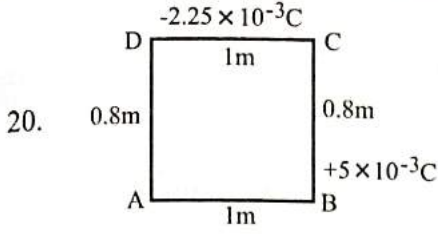
∴ বর্তনীর সঞ্চিত শক্তি, $U_1 = \frac{1}{2}C_{eq}V^2 = 2.4\times10^{-5}\ J$

কাগজ ও পাত প্রবেশ করানোর পর, প্রথম ধারকের ধারকত্ব, $C'_1 = kC_1 = 3.5\ C_1 = 2100\ pF$

দ্বিতীয় ধারকটির ধারকত্ব অপরিবর্তিত থাকবে। ∴ তুল্য ধারকত্ব, $C'_{eq} = (2100+600)pF = 2700\ pF$

এক্ষেত্রে বর্তনীর সঞ্চিত শক্তি, $U_2 = \frac{1}{2}C'_{eq}V^2 = 5.4\times10^{-5}\ J$

∴ সঞ্চিত শক্তি আগের সঞ্চিত শক্তির 2.25 গুণ হবে।

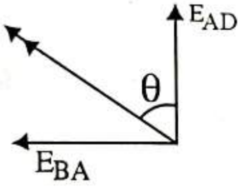
20. 

ABCD আয়তাকার ক্ষেত্রের **B** ও **D** বিন্দুতে যথাক্রমে $+5 \times 10^{-3}$C এবং -2.25×10^{-3}C চার্জ স্থাপন করা হল। (বায়ু মাধ্যম) **[All B'18]**

(গ) **A** বিন্দুতে প্রাবল্য কত? ৩

(ঘ) **A** ও **C** কে ধাতব পরিবাহী তার দ্বারা যুক্ত করলে কোন দিক হতে ধনাত্মক আধান প্রবাহিত হবে গাণিতিকভাবে মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. 

B বিন্দুর জন্য A বিন্দুতে প্রাবল্য, $E_{BA} = \frac{Cq_B}{1^2}\ \frac{9\times10^9\times5\times10^{-3}}{1^2}\ NC^{-1} = 45 \times 10^6 NC^{-1}$

D ,, ,, A ,, ,, $E_{AD} = \frac{Cq_D}{1^2} = \frac{9\times10^9\times2.25\times10^{-3}}{0.8^2}\ NC^{-1} = 31.64 \times 10^6 NC^{-1}$

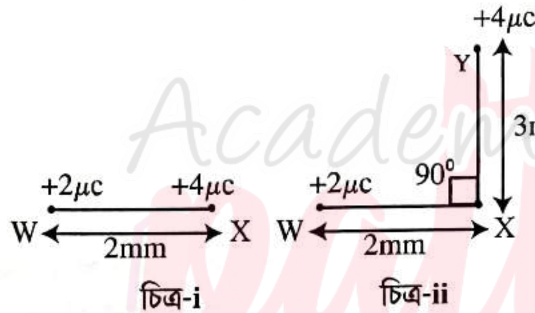
∴ মান, $E = \sqrt{E_{BA}^2 + E_{AD}^2} = 55.01 \times 10^6 NC^{-1}$

দিক: AD এর সাথে θ কোণ সৃষ্টি করলে $\theta = \tan^{-1}\frac{E_{BA}}{E_{AD}} = 54.89°$(Ans.)

ঘ. A বিন্দুতে বিভব, $V_A = \frac{Cq_D}{0.8} + \frac{Cq_B}{1} = \frac{9\times10^9\times(-2.25\times10^{-3})}{0.8} + \frac{9\times10^9\times5\times10^{-3}}{1} = 19.6875 \times 10^6 V$

C বিন্দুতে বিভব, $V_c = \frac{Cq_D}{1} + \frac{Cq_B}{0.8} = \frac{9\times10^9\times(-2.25\times10^{-3})}{1} + \frac{9\times10^9\times5\times10^{-3}}{0.8} = 36 \times 10^6$

∴ $V_C > V_A$ ∴ C বিন্দু হতে A বিন্দুতে ধনাত্মক আধান প্রবাহিত হবে।

21. 

চিত্র (i) এ **W** এবং **X** বিন্দুতে দু'টি বিন্দুচার্জ স্থির রয়েছে। **[DB'17]**

(গ) **+2μc** চার্জটির উপর ক্রিয়াশীল বল নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) **W** বিন্দুতে **+2μc** চার্জটিকে স্থির রেখে **+4μc** চার্জটিকে **Y** বিন্দুতে সরানো হল (**চিত্র–ii**)। (**চিত্র-i**) অবস্থানে এবং চিত্র **(ii)** অবস্থানে **+4μc** চার্জটির তড়িৎ বিভবের কোনো পরিবর্তন হবে কি? বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. আমরা জানি,

$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 K}\frac{q_1q_2}{r^2}$ বা, $F = \frac{1}{4\pi\epsilon_o}\frac{q_1q_2}{r^2}$

$= 9 \times 10^9 \frac{2\times10^{-6}\times4\times10^{-6}}{(2\times10^{-3})^2}$

$= 9 \times 10^9 \times \frac{8\times10^{-12}}{4\times10^{-6}} = 18 \times 10^3 N$

এখানে, $\frac{1}{4\pi\epsilon_o} = 9 \times 10^9 Nm^2C^{-2}$

$q_1 = 2\mu c = 2 \times 10^{-6}C$

$q_2 = 4 \times 10^{-6}C$; $K = 1$

$r = 2mm = 2 \times 10^{-3}m$; $F = ?$

∴ 2μc চার্জের উপর ক্রিয়াশীল বল, $F = 18 \times 10^3 N$

ঘ.
চিত্র- (i) হতে আমরা জানি, বিভব, $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q}{r}$

তাহলে, $v_x = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q}{r}$

$= 9 \times 10^9 \times \frac{4\times10^{-6}}{2\times10^{-3}}$ volt $= 18 \times 10^6$volt

আবার, $+4\mu C$ চার্জটিকে Y বিন্দুতে সরালে,

বিভব, $V_y = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q}{r} = 9\times10^9 \times \frac{4\times10^{-6}}{3.6\times10^{-3}}$ volt $= 10\times10^6$volt

এখানে, $q = 4\mu C = 4\times10^{-6}C$

$r = 2mm = 2\times10^{-3}$

$V_x = ?$

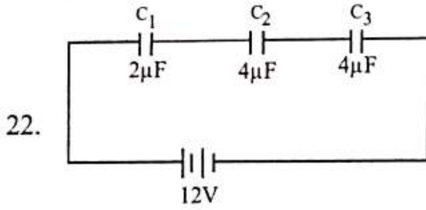
এখানে, $V_{wy} = \sqrt{(2mm)^2 + (3mm)^2}$

$= \sqrt{(2\times10^{-3})^2 + (3\times10^{-3})^2}$

$= \sqrt{4\times10^{-6} + 9\times10^{-6}}$

$= \sqrt{13\times10^{-6}} = 3.6\times10^{-3}m$

(i) নং চিত্র হতে প্রাপ্ত বিভব, $V_x = 18\times10^6$volt এবং (ii) নং চিত্র হতে প্রাপ্ত বিভব $V_y = 10\times10^6$volt স্পষ্টত দেখা যায়, বিভবের পরিবর্তন হয়েছে।

22. 

পাশের চিত্র একটি তড়িৎ বর্তনী দেখানো হল: [RB'17]

(গ) সমবায়টিতে সঞ্চিত শক্তির পরিমাণ নির্ণয় কর।

(ঘ) সর্বোচ্চ সঞ্চিত শক্তি পেতে উদ্দীপকের সমবায়টির কী রকমের পরিবর্তন প্রয়োজন– গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে ব্যাখ্যা কর।

উত্তর

গ. উদ্দীপকের ধারকগুলো শ্রেণি সমবায়ে সংযুক্ত। ধারকগুলো তুল্যধারকত্ব C_s হলে,

$\frac{1}{C_s} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$ বা, $\frac{1}{C_s} = \frac{1}{2\mu F} + \frac{1}{4\mu F} + \frac{1}{4\mu F}$

বা, $\frac{1}{C_s} = \frac{(2+1+1)}{4\mu F}$ বা, $\frac{1}{C_s} = 1\mu F$

$\therefore C_s = 1\times10^{-6}F$

এখানে, প্রথম ধারকের ধারকত্ব, $C_1 = 2\mu F$

দ্বিতীয় ধারকের ধারকত্ব, $C_2 = 4\mu F$

তৃতীয় ধারকের ধারকত্ব, $C_3 = 4\mu F$

সমবায়টির বিভব, $V = 12V$

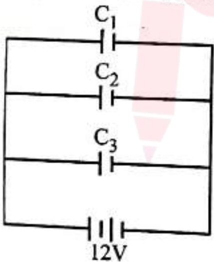
সঞ্চিত শক্তি, $U = ?$

আবার, আমরা জানি সঞ্চিত শক্তি, $U = \frac{1}{2}C_sV^2 = \frac{1}{2}\times 1\times10^{-6}F\times(12V)^2$

$= \frac{1}{2}\times10^{-6}F\times144V^2 = 7.2\times10^{-5}J$ ∴ সমবায়টিতে সঞ্চিত শক্তির পরিমাণ $7.2\times10^{-5}J$

ঘ. আমরা জানি, সঞ্চিত শক্তি, $U = \frac{1}{2}CV^2$

অর্থাৎ সঞ্চিত শক্তি ধারকত্ব এবং বিভবের বর্গের সমানুপাতে পরিবর্তিত হয়। ধারকত্ব বা বিভব বাড়ালেই সঞ্চিত শক্তি বাড়বে। উদ্দীপকের সমবায়টিতে বিভব এবং ধারকত্বের মান স্থির রেখে ধারকগুলোকে সমান্তরাল সমবায়ে সংযুক্ত করলে সর্বোচ্চ শক্তি পাওয়া যাবে। এক্ষেত্রে সমবায়টির চিত্র নিম্নরূপ হবে-



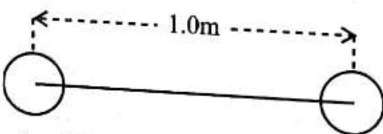
ধারকটির সমবায়ের তুল্যরোধ C_P হলে, $C_p = C_1 + C_2 + C_3$

$= 2\mu F + 4\mu F + 4\mu F = 10\mu F = 10\times10^{-6}F$

আবার, সঞ্চিত শক্তি, $U = \frac{1}{2}C_pV^2 = \frac{1}{2}\times10\times10^{-6}F\times(12V)^2$

$= \frac{1}{2}\times10^{-5}F\times144V^2 = 7.2\times10^{-4}J$

সুতরাং, সর্বোচ্চ সঞ্চিত শক্তি $7.2\times10^{-4}J$

23. 

চিত্রে দুটি বিন্দু চার্জ নির্দিষ্ট দূরত্বে শূন্য মাধ্যমে আছে। [Ctg.B'17]

(গ) চার্জ দুটির মধ্যে ক্রিয়াশীল কুলম্ব বলের মান নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) চার্জদ্বয়ের সংযোজক রেখার উপর কোনো বিন্দুতে বৈদ্যুতিক প্রাবল্য শূন্য হওয়া সম্ভব কিনা তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

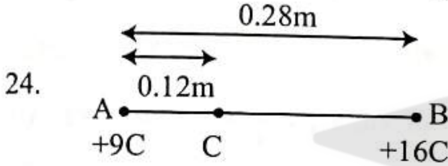
উত্তর

গ. দেওয়া আছে, চার্জ, $q_1 = 20 \times 10^{-6}C$; $q_2 = -40 \times 10^{-6}C$

দূরত্ব $d = 1$ m

∴ ক্রিয়াশীল কুলম্ব বল, $F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q_1q_2}{d^2} = \frac{9\times10^9\times20\times10^{-6}\times40\times10^{-6}}{(1)^2} = 72 \times 10^{-1} = 7.2$ N

ঘ.



ধরি, A বিন্দুর $(+20 \times 10^{-6}C)$ চার্জ হতে xm দূরে প্রাবল্য শূন্য হবে। Bবিন্দুর $(-40 \times 10^{-6}C)$ চার্জ হতে ঐ বিন্দুর দূরত্ব $(1 + x)$m।

প্রশ্নমতে, $E_1 - E_2 = 0 \Rightarrow E_1 = E_2 \Rightarrow \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q_1}{x^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q_2}{(1+x)^2} \Rightarrow \frac{20\times10^{-6}}{x^2} = \frac{40\times10^{-6}}{(1+x)^2}$

$\Rightarrow \sqrt{\frac{2}{4}} = \sqrt{\left(\frac{x}{1+x}\right)^2} \Rightarrow \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{x}{1+x} \Rightarrow x\sqrt{2} = 1 + x \Rightarrow x(\sqrt{2} - 1) = 1 \Rightarrow x = \frac{1}{0.414} = 2.4$m

∴ সংযোজক রেখার উপর প্রাবল্য শূন্য হওয়া সম্ভব।

24. দুটি ক্ষুদ্র গোলক **A** ও **B** তে যথাক্রমে **+9C** এবং **+16C** চার্জ প্রদান করা হলো। গোলক দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব **0.28m**। **[SB'17]**

0.28m
0.12m
A +9C, C, B +16C

(গ) **A** এর উপর **B** এর বল কত?

(ঘ) উদ্দীপকের **C** বিন্দুতে **1C** চার্জ রাখলে চার্জটি কোনো বল অনুভব করবে কি? গাণিতিক যুক্তি দিয়ে মতামত দাও।

উত্তর

গ. আমরা জানি,

$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q_Aq_B}{d^2}$ বা, $F = 9 \times 10^9 Nm^2C^{-2} \times \frac{9C\times16C}{(0.28m)^2}$

বা, $F = \frac{1296\times10^9\ Nm^2}{0.0784m^2}$

∴ $F = 1.65 \times 10^{13}$N

∴ A- এর উপর B- এর বল, $= 1.65 \times 10^{13}$N

এখানে, A গোলকটির চার্জ, $q_A = 9C$
B গোলকটির চার্জ, $q_B = 16C$
মধ্যবর্তী দূরত্ব, $d = 0.28$m
A- এর উপর B এর বল, F =?

ঘ. A ও C বিন্দুর চার্জদ্বয়ের মধ্যবর্তী বল,

$F_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q_Aq_C}{(d_1)^2}$

বা, $F_1 = \frac{9\times10^9Nm^2C^{-2}\times9C\times1C}{(0.12m)^2}$

বা, $F_1 = \frac{81\times10^9Nm^2}{0.0144m^2}$ ∴ $F_1 = 5.625 \times 10^{12}$N

এখানে, A ও C বিন্দুর মধ্যবর্তী দূরত্ব,
$d_1 = 0.12$m
C ও B বিন্দুর মধ্যবর্তী দূরত্ব,
$d_2 = (0.28 - 0.12) = 0.16$m
C বিন্দুর গোলকের চার্জ, $q_c = 1C$

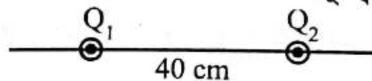
আবার, B ও C বিন্দুর চার্জদ্বয়ের মধ্যবর্তী বল, $F_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q_Bq_c}{(d_2)^2}$

বা, $F_2 = \frac{9\times10^9Nm^2C^{-2}\times16C\times1C}{(0.16m)^2}$ বা, $F_2 = \frac{144\times10^9Nm^2}{0.0256m^2}$

∴ $F_2 = 5.625 \times 10^{12}$N

যেহেতু $F_1 = F_2$ সেহেত z F_1 ও F_2 পরস্পরকে নাকচ করে দিবে এবং C বিন্দুতে রাখা চার্জটি কোনো বল অনুভব করবে না।

25. উদ্দীপকে $\mathbf{Q_1 = -4.5nC}$ এবং $\mathbf{Q_2 = +9.1nC}$, চার্জদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব **40cm**। **[BB'17]**

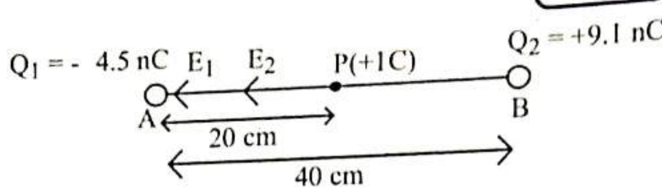


(গ) চার্জদ্বয়ের মধ্যবিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য কত হবে? ৩

(ঘ) চার্জদ্বয়ের সংযোগ রেখার কোন বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য শূন্য হবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ.



এখানে, প্রথম চার্জ, $Q_1 = -4.5\ nC = -4.5 \times 10^{-9} C$
দ্বিতীয় চার্জ, $Q_2 = 9.1\ nC = 9.1 \times 10^{-9} C$
মধ্যবিন্দুর দূরত্ব, $r = 20\ cm = 0.2\ m$; তড়িৎ প্রাবল্য, $E = ?$

Q_2 এর জন্য P বিন্দুতে প্রাবল্য, $E_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{Q_2}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{9.1\times10^{-9}}{(0.2)^2}$

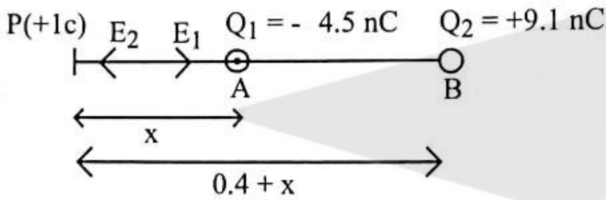
$\therefore E_2 = 2047.5\ NC^{-1}$, দিক PA বরাবর; Q_1 এর জন্য P বিন্দুতে প্রাবল্য,

$E_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{Q_1}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{-4.5\times10^{-9}}{(0.2)^2} = -1012.5\ NC^{-1}$ [ঋণাত্মক চিহ্ন আকর্ষণ বোঝাচ্ছে]

$\therefore E_1 = 1012.5\ NC^{-1}$ দিক PA বরাবর যেহেতু, E_1 ও E_2 একই দিকে ক্রিয়া করে

$\therefore$ লব্ধি প্রাবল্য, $E = E_1 + E_2 = (1012.5 + 2047.5) NC^{-1} = 3060\ NC^{-1}$, PA বরাবর

ঘ. মনে করি, Q_1 হতে x দূরত্বে P বিন্দুতে চার্জদ্বয়ের প্রাবল্য শূন্য হবে।



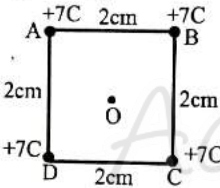
Q_1 এর জন্য P বিন্দুর প্রাবল্য, $E_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{Q_1}{x^2}$, দিক PA বরাবর

Q_2 এর জন্য P বিন্দুতে প্রাবল্য, $E_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{Q_2}{(0.4+x)^2}$ দিক AP বরাবর

শর্তমনে, $E_1 = E_2 \Rightarrow \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{Q_1}{x^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{Q_2}{(0.4+x)^2} \Rightarrow \frac{4.5\times10^{-9}}{x^2} = \frac{9.1\times10^{-9}}{(0.4+x)^2} \Rightarrow \left(\frac{0.4+x}{x}\right)^2 = \frac{9.1}{4.5}$

$\Rightarrow \frac{0.4+x}{x} = 1.42 \Rightarrow 0.4 + x = 1.42x \Rightarrow x = \frac{0.4}{0.42} = 0.95m$

সুতরাং Q_1 থেকে 0.95m দূরে প্রাবল্য শূন্য হবে।

26. 

[BB'17]

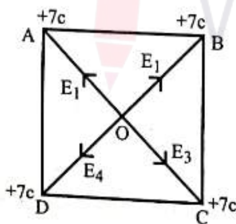
কেন্দ্র **O** এবং **2cm** বাহুবিশিষ্ট একটি বর্গক্ষেত্র **ABCD** । বর্গক্ষেত্রটির প্রত্যেক বিন্দু **A,B,C** ও **D** তে **+7C** চার্জ আছে।

(গ) উদ্দীপকের **O** বিন্দুতে প্রাবল্য নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের **ABCD** বর্গক্ষেত্রটির কেন্দ্রে বিভব শূন্য পাওয়ার জন্য **B** বিন্দুতে চার্জের কী পরিবর্তন দরকার–বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ.



প্রতি বাহুর দৈর্ঘ্য 2cm $\therefore$ কর্ণের দৈর্ঘ্য $2\sqrt{2}$cm

কেন্দ্র হতে প্রতিটি কৌণিক বিন্দুর দূরত্ব, $r = \frac{2\sqrt{2}}{2}$; $r = \sqrt{2} = 1.414cm = 0.014m$

চার্জ, $q_1 = q_2 = q_3 = q_4 = 7c$

A বিন্দুর চার্জের জন্য O বিন্দুতে প্রাবল্য, $E_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{q_1}{r^2} = \frac{9\times10^9\times7}{(0.014)^2} = 3.2 \times 10^{14} NC^{-1}$

যেহেতু চার্জের মান, প্রকৃতি ও দূরত্ব সমান এজন্য অন্য চার্জের জন্য কেন্দ্রের একই মান পাওয়া যাবে। কিন্তু এদের দিক বিপরীত।
অর্থাৎ $E_1 = -E_3$ এবং $E_2 = -E_4$ ।

$\therefore$ O বিন্দুতে মোট প্রাবল্য, $E = E_1 + E_2 - E_2 - E_4 = 0$



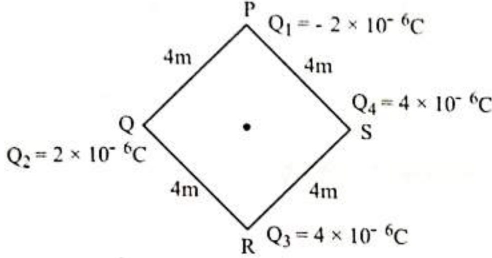
ঘ. ধরি, B বিন্দুর চার্জ q হলে কেন্দ্রে বিভব শূন্য হবে।

$V_1 + V_2 + V_3 + V_4 = 0 \Rightarrow \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q_1}{r} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q}{r} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q_3}{r} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q_4}{r} = 0$

$\Rightarrow \frac{1}{4\pi\epsilon_0} r(q_1 + q + q_3 + q_4) = 0 \Rightarrow q_1 + q + q_3 + q_4 = 0$

$\Rightarrow q = -(q_1 + q_3 + q_4) \Rightarrow q = -(7 + 7 + 7) = -21C$

অর্থাৎ, B বিন্দুর চার্জ $q = -21C$ হলে কেন্দ্রে বিভব শূন্য হবে।

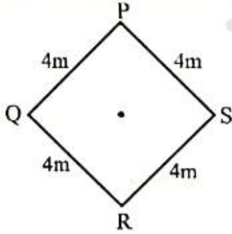
27. 

চিত্রে প্রদর্শিত উল্লম্ব তলে রক্ষিত বর্গাকার ক্ষেত্রের চার কৌণিক বিন্দুতে চারটি চার্জ স্থাপন করা হলো। দ্বিতীয় ক্ষেত্রে বর্গক্ষেত্রের কেন্দ্রে 2×10^{-6}C মানের চার্জযুক্ত 2.5×10^{-4}kg ভরের একটি বস্তু শূন্যে স্থাপন করা হয়। $(g = 10ms^{-2})$ **[CB'17]**

(গ) বর্গক্ষেত্রের কেন্দ্রে নতুন চার্জটি পূর্বে বিভবের মান নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকে কৌণিক বিন্দুগুলোর চার্জসমূহ পুনর্বিন্যস্ত করে কেন্দ্রের চার্জিত বস্তুটিকে ভাসমান রাখা সম্ভব– গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে দেখাও। ৪

উত্তর

গ. 

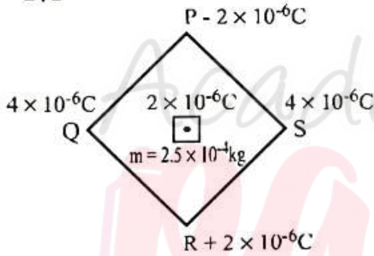
চার্জ, $Q_1 = -2 \times 10^{-6}C \Rightarrow Q_2 = 2 \times 10^{-6}C \Rightarrow Q_3 = 4 \times 10^{-6}C$
$\Rightarrow Q_4 = 4 \times 10^{-6}C$

বর্গক্ষেত্রের প্রতি বাহুর দৈর্ঘ্য = 4m $\therefore$ কর্ণের দৈর্ঘ্য = $4\sqrt{2}$m

কেন্দ্র হতে প্রতি কৌণিক বিন্দুর দূরত্ব, $r = \frac{4\sqrt{2}}{2} = 2\sqrt{2}$m

বর্গক্ষেত্রের কেন্দ্রে মোট বিভব, $V = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 r}(Q_1 + Q_2 + Q_2 + Q_4)$

$= \frac{9\times10^9}{2\sqrt{2}}(-2 + 2 + 4 + 4) \times 10^{-6} = \frac{72\times10^3}{2\sqrt{2}} = \frac{36\times10^3}{1.414} = 25.46 \times 10^3 = 2.546 \times 10^4$ volt

ঘ. 

কেন্দ্রে,বস্তুর চার্জ, $q = 2 \times 10^{-6}C$; ভর, $m = 2.5 \times 10^{-4}kg$

বস্তুর নিম্নমুখী বল, $F = mg = 2.5 \times 10^{-4} \times 10 = 2.5 \times 10^{-3}N$

বস্তুর প্রাবল্য, $E = \frac{F}{Q} = \frac{2.5\times10^{-3}}{2\times10^{-6}} = 1.25 \times 10^3 NC^{-1}$

যদি Q বিন্দুর চার্জ $+2 \times 10^{-6}$C কে R বিন্দুতে এবং R বিন্দুর চার্জ 4×10^{-6}C কে Q বিন্দুতে স্থাপন করা হয়-

Q বিন্দুর প্রাবল্য, $E_Q = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q}{r^2} = \frac{9\times10^9\times4\times10^{-6}}{(2\sqrt{2})^2} = 4.5 \times 10^3 NC^{-1}$

S বিন্দুর প্রাবল্য, $E_S = 4.5 \times 10^3 NC^{-1}$

$E_Q = E_S$ সমান ও বিপরীতমুখী তারা পরস্পরকে নিষ্ক্রিয় করে।

P-বিন্দুর প্রাবল্য, $E_P = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q_P}{r^2} = \frac{9\times10^9\times2\times10^{-6}}{(2\sqrt{2})^2} = 2.25 \times 10^3 NC^{-1}$

R -বিন্দুর প্রাবল্য, $E_R = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q_R}{r^2} = 2.25 \times 10^3 NC^{-1}$

P ও R এর মোট প্রাবল্য, $= 2.25 \times 10^3 + 2.25 \times 10^3 = 4.5 \times 10^3 NC^{-1}$

যা বস্তুর প্রাবল্য অপেক্ষা বেশি বিধায় ভাসমান রাখা সম্ভব।

28. একটি সমান্তরাল পাত ধারকের প্রত্যেকটি পাতের ক্ষেত্রফল $1.65\ m^2$ । পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব 2 cm এবং এটি বায়ু দ্বারা পূর্ণ। পাতদ্বয়ের বিভব পার্থক্য 60 V। $(\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} C^2N^{-1}m^{-2})$ **[CB'17]**

(গ) উদ্দীপক অনুসারে ধারকটির ধারকত্ব নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) ধারকটির মধ্যবর্তী স্থানে 2.8 ডাইইলেকট্রিক ধ্রুবকের একটি বস্তু দ্বারা পূর্ণ করলে সঞ্চিত শক্তির কিরূপ পরিবর্তন হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে ব্যাখ্যা দাও। ৪

উত্তর

গ. আমরা জানি, $C_0 = \frac{\epsilon_0 A}{d}$

বা, $C_0 = \frac{8.854 \times 10^{-12} C^2 N^{-1} m^{-2} \times 1.65 m^2}{0.02 m}$

$\therefore C_0 = 7.305 \times 10^{-10} F$

এখানে, ধারকের পাতের ক্ষেত্রফল, $A = 1.65\ m^2$

পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব, $d = 2\ cm = 0.02\ m$

শূন্য স্থানের ভেদনযোগ্যতা, $\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} C^2 N^{-1} m^{-2}$

ধারকত্ব, $C_0 = ?$

∴ সমান্তরাল পাত ধারকটির ধারকত্ব 7.305×10^{-10}F.

ঘ. মনেকরি, ডাইইলেকট্রিক পদার্থ থাকলে ধারকত্ব C এবং ডাইইলেকট্রিক পদার্থ না থাকলে ধারকত্ব C_0.

আমরা জানি, $K = \frac{C}{C_0}$

বা, $C = KC_0$

বা, $C = 2.8 \times 7.305 \times 10^{-10} F$

বা, $C = 2.045 \times 10^{-9} F$

এখানে,

পাতদ্বয়ের বিভব পার্থক্য, $V = 60V$

ডাইইলেকট্রিক ধ্রুবক, $K = 2.8$

এখানে, ডাইইলেকট্রিক পদার্থ থাকাকালে সঞ্চিত শক্তি, $U = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \times 2.045 \times 10^{-9} F \times (60V)^2 = 3.68 \times 10^{-6} J$

আবার, ডাইইলেকট্রিক পদার্থ না থাকা কালে সঞ্চিত শক্তি, $U_0 = \frac{1}{2} C_0 V^2$

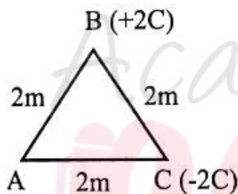
$= \frac{1}{2} \times 7.305 \times 10^{-10} F \times (60V)^2 = 1.315 \times 10^{-6} J$

∴ সঞ্চিত শক্তির পরিবর্তন $= (3.68 \times 10^{-6} - 1.315 \times 10^{-6})$J বেশি হবে $= 2.365 \times 10^{-6}$J বেশি হবে ।

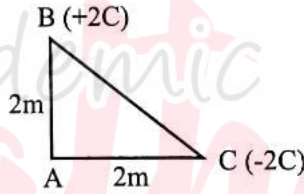
∴ অর্থাৎ সঞ্চিত শক্তি 2.365×10^{-6}J বৃদ্ধি পাবে।

◆ **CQ: বোর্ড স্ট্যান্ডার্ড প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতামূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর**

01.



চিত্র-১



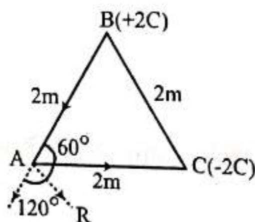
চিত্র-২

(গ) চিত্র-১ এ A বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) চিত্র-২ এর A বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য এবং চিত্র-১ এর A বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্যের মানের কোনো পরিবর্তন হবে কিনা গাণিতিকভাবে দেখাও। ৪

উত্তর

গ.



B এর +2C চার্জের দরুন

A বিন্দুতে প্রাবল্য BA বরাবর, $E_1 = \frac{9 \times 10^9 \times 2}{(2)^2} = \frac{9 \times 10^9}{2} NC^{-1}$

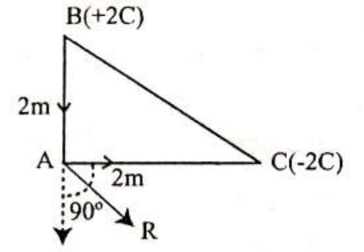
আবার, C এর −2C চার্জের দরুন A বিন্দুতে প্রাবল্য AC বরাবর, $E_2 = \frac{9 \times 10^9 \times 2}{2^2} = \frac{9 \times 10^9}{2} NC^{-1}$

∴ E_1 এবং E_2 এর মধ্যবর্তী কোণ 120° ∴ লব্ধি প্রাবল্য, $R = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + 2E_1E_2 \cos\alpha}$

$= \sqrt{\left(\frac{9 \times 10^9}{2}\right)^2 + \left(\frac{9 \times 10^9}{2}\right)^2 + 2 \times \frac{9 \times 10^9}{2} \times \frac{9 \times 10^9}{2} \cos 120°} = 4.5 \times 10^9 NC^{-1}$

ঘ. B কর্তৃক A এর উপর প্রাবল্য BA বরাবর, $E_1 = 9 \times 10^9 \times \frac{2}{2^2} = \frac{9\times10^9}{2} NC^{-1}$

C কর্তৃক A এর উপর প্রাবল্য AC বরাবর, $E_2 = 9 \times 10^9 \times \frac{2}{2^2} = \frac{9\times10^9}{2} NC^{-1}$



∴ লব্ধি প্রাবল্য, $R = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + 2E_1E_2\cos\alpha}$

$= \sqrt{\left(\frac{9\times10^9}{2}\right)^2 + \left(\frac{9\times10^9}{2}\right)^2 + 2 \times \frac{9\times10^9}{2} \times \frac{9\times10^9}{2}\cos90°}$

$= \sqrt{\left(\frac{9\times10^9}{2}\right)^2 + \left(\frac{9\times10^9}{2}\right)^2} = 6.36 \times 10^9 NC^{-1} > 4.5 \times 10^9 NC^{-1}$

∴ তড়িৎ প্রাবল্যের মানের পরিবর্তন হবে।

02. A এবং B দুটি ধাতব গোলক যাদের ব্যাসার্ধ যথাক্রমে r_1 ও r_2 এবং চার্জ Q_1 ও Q_2।

(গ) উদ্দীপকে উল্লিখিত গোলকদ্বয়ের তলমাত্রিক ঘনত্বের তুলনা কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকে উল্লিখিত গোলকদ্বয় পরস্পর সংস্পর্শে আনা হলে চার্জের প্রবাহ কোন দিকে হবে -গাণিতিক যৌক্তিকতাসহ বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. A গোলকের তলমাত্রিক ঘনত্ব, $\sigma_1 = \frac{Q_1}{4\pi r_1^2} = \frac{2.5\times10^{-9}C}{4\pi\times(0.02)^2} = 4.97 \times 10^{-7} Cm^{-2}$

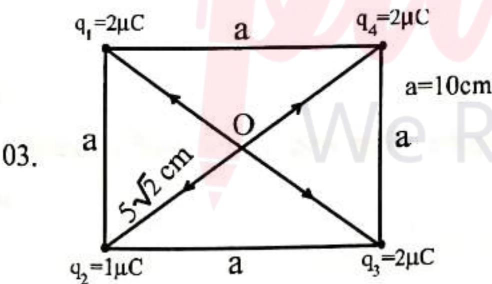
B গোলকের তলমাত্রিক ঘনত্ব, $\sigma_2 = \frac{Q_2}{4\pi r_2^2} = \frac{5\times10^{-9}C}{4\pi\times(0.06)^2} = 1.11 \times 10^{-7} Cm^{-2} < \sigma_1$ ∴ A গোলকের তলমাত্রিক ঘনত্ব বেশি।

ঘ. A গোলক কর্তৃক B গোলকের উপর বিভব, $V_A = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_1}{r_1} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{2.5\times10^{-9}C}{0.02m} = 1125V$

B গোলক কর্তৃক A গোলকের উপর বিভব, $V_B = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_2}{r_2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{5\times10^{-9}C}{0.06m} = 750V$

$V_A > V_B$; চার্জ A থেকে B বিন্দুতে যাবে যতক্ষণ না $V_A = V_B$ হয়।

03.

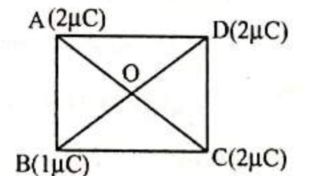


(গ) উপরোক্ত উদ্দীপকে বর্গক্ষেত্রটির কেন্দ্রে তড়িৎ বিভব নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের O বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্যের মান ও দিক গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে নির্ণয় কর। ৪

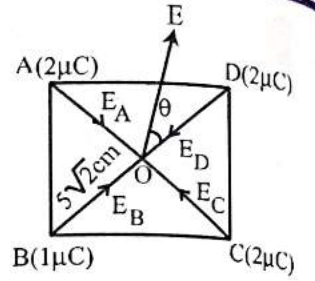
উত্তর

গ. O বিন্দুতে মোট তড়িৎ বিভব, $V = V_A + V_B + V_C + V_D$



$V = 9 \times 10^9 \left[\frac{2\times10^{-6}}{AO} + \frac{1\times10^{-6}}{BO} + \frac{2\times10^{-6}}{CO} + \frac{2\times10^{-6}}{DO}\right]$ $[AO = BO = CO = DO = 5\sqrt{2}cm]$

$= \frac{9\times10^9}{5\sqrt{2}\times10^{-2}m}[2 \times 10^{-6} + 1 \times 10^{-6} + 2 \times 10^{-6} + 2 \times 10^{-6}] = 8.91 \times 10^5 V$



ঘ. চিত্রানুযায়ী, লব্ধি প্রাবল্য E, O বিন্দুর উপর B কর্তৃক তড়িৎ প্রাবল্যের সাথে θ কোণ উৎপন্ন করে।

তাহলে, $E\cos\theta = E_B\cos0° + E_C\cos90° + E_D\cos180° + E_A\cos270°$ ....(i)

$E\sin\theta = E_B\sin0° + E_C\sin90° + E_D\sin180° + E_A\sin270°$ ....(ii)

(i) থেকে, $E\cos\theta = E_B - E_D$ ....(iii)

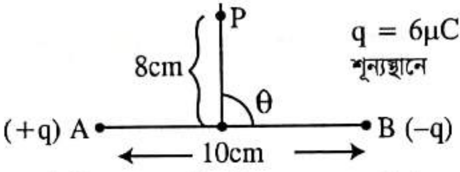
(ii) থেকে, $E\sin\theta = E_C - E_A$ ....(iv)

$(iii)^2 + (iv)^2$ $E^2 = (E_B - E_D)^2 + (E_C - E_A)^2$ ∴ $E = \sqrt{(E_B - E_D)^2 + (E_C - E_A)^2}$

এখানে, E_D, E_C, E_A এর মান $= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{2\times10^{-6}}{(5\sqrt{2}\times10^{-2})^2}$; E_B এর মান $= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1\times10^{-6}}{(5\sqrt{2}\times10^{-2})^2}$

∴ $E = \sqrt{(E_B - E_D)^2}$ [∵ $E_C = E_A$] $= E_B - E_D = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{(1\times10^{-6} - 2\times10^{-6})}{(7.07\times10^{-2})^2} = -1.80 \times 10^6 NC^{-1}$

অর্থাৎ এর মান $1.80 \times 10^6 NC^{-1}$ এবং এর দিক D বিন্দুর উপর B কর্তৃক তড়িৎ প্রাবল্যের বিপরীত দিকে অর্থাৎ, E_D এর দিকে।

04. 

q = 6μC
শূন্যস্থানে

(গ) উদ্দীপকের তড়িৎ দ্বিমেরু ভ্রামক নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের **P** বিন্দুতে তড়িৎ দ্বিমেরুটির তড়িৎ প্রাবল্য কীরূপ হবে? **P** বিন্দুটি তড়িৎ দ্বিমেরুর অক্ষ বরাবর স্থাপিত হলে তড়িৎ বিভব কীরূপ হবে- নির্ণয় কর। ৪

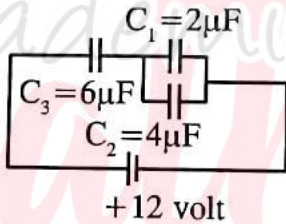
উত্তর

গ. $q = 6\mu C$, $2\ell = 10cm$ ∴ দ্বিমেরু ভ্রামক, $p = q \times 2l = 6 \times 10^{-6} \times 10 \times 10^{-2} = 6 \times 10^{-7} Cm$

ঘ. $p = 6 \times 10^{-7} Cm$; $r = 8cm = 8 \times 10^{-2} m$

∴ দ্বিমেরুর লম্ব সমদ্বিখন্ডকের উপর P বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য, $E_p = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{p}{r^3} = \frac{9\times10^9\times6\times10^{-7}}{(8\times10^{-2})^3} = 1.05 \times 10^7 NC^{-1}$

P বিন্দুটি যদি তড়িৎ দ্বিমেরুর অক্ষ বরাবর স্থাপিত হয় তাহলে, $V_P = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{p}{r^2} = \frac{9\times10^9\times6\times10^{-7}}{(8\times10^{-2})^2} = 8.43 \times 10^5 V$

05. পাশের বর্তনীটি লক্ষ কর- 

(গ) বর্তনীর তুল্য ধারকত্ব নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) বর্তনীটির সকল ধারককে সমান্তরাল সংযোগ করলে প্রাপ্ত সঞ্চিত শক্তি, প্রদত্ত বর্তনীর সঞ্চিত শক্তি অপেক্ষা বেশী না কম হবে- গাণিতিক যুক্তি দ্বারা প্রমাণ কর। ৪

উত্তর

গ. তুল্য ধারকত্ব $= \{(2\mu F + 4\mu F)^{-1} + (6\mu F)^{-1}\}^{-1} = 3\mu F$ | এখানে, $C_1 = 2\mu F$, $C_2 = 4\mu F$, $C_3 = 6\mu F$

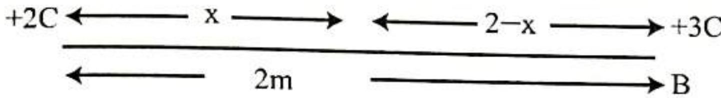
ঘ. সকল ধারককে সমান্তরালে সংযোগ করলে, $C_P = 6\mu F + 4\mu F + 2\mu F = 12\mu F$

এখানে, $V = 12V$

∴ প্রদত্ত বর্তনীর সঞ্চিত শক্তি $= \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2} \times (3 \times 10^{-6}) \times (12)^2$ [(গ) থেকে] $= 2.16 \times 10^{-4} J$

∴ সমান্তরালে সংযোগ করার পর সঞ্চিত শক্তি $= \frac{1}{2}C_pV^2 = \frac{1}{2} \times (12 \times 10^{-6}) \times (12)^2 = 8.64 \times 10^{-4} J > 2.16 \times 10^{-4} J$

∴ প্রদত্ত বর্তনীর সঞ্চিত শক্তি অপেক্ষা বেশি হবে।

06. 

2C ও 3C মানের দুইটি ধনাত্মক বিন্দু আধান বায়ু মাধ্যমে পরস্পর হতে 2m দূরত্বে অবস্থিত।

(গ) উদ্দীপকের আধান দুইটির যে অবস্থানে লব্ধি প্রাবল্যের মান শূন্য হবে তা হিসাব করে বের কর। ৩

(ঘ) যদি আধান দুইটির মান ঠিক রেখে যে কোনো একটির চিহ্ন বদলিয়ে দেওয়া হয় তবে লব্ধি প্রাবল্যের মান কোথায় শূন্য হবে বলে তুমি মনে কর? তোমার উত্তরের স্বপক্ষে যুক্তি দাও। 8

উত্তর

গ.

+2C ← x → ← 2−x → +3C

← 2m → B

মনে করি, A হতে x m দূরে উভয় চার্জের জন্য প্রাবল্য সমান হবে। +2C চার্জের জন্য প্রাবল্য, $E_1 = 9 \times 10^9 \times \frac{2}{x^2}$

আবার, +3C চার্জের জন্য প্রাবল্য, $E_2 = 9 \times 10^9 \times \frac{3}{(2-x)^2}$

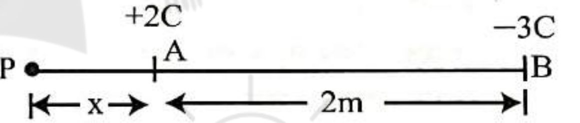
শর্তানুসারে, $E_1 = E_2 \therefore 9 \times 10^9 \times \frac{2}{x^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{3}{(2-x)^2} \Rightarrow \frac{2}{x^2} = \frac{3}{(2-x)^2} \Rightarrow \frac{2}{x^2} = \frac{3}{4+x^2-4x}$

$\Rightarrow 8 + 2x^2 - 8x = 3x^2 \Rightarrow x^2 + 8x - 8 = 0$

এখানে, $\therefore x = -8.9$m যা এখানে অগ্রহণযোগ্য।

অর্থাৎ $x = 0.899$m [A হতে B যেদিকে, সেদিকে 0.899m দূরত্বে]

ঘ. যদি আধান দুইটির মান ঠিক রেখে চিহ্ন বদলিয়ে দেওয়া হয় তবে লব্ধি প্রাবল্যের মান সংযোগ সরলরেখার বাইরে হবে। মনে করি +3C এর বদলে −3C ব্যবহার করা হল।

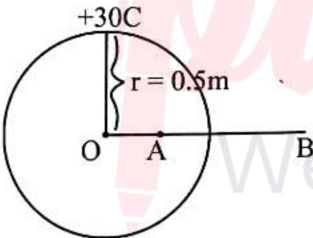


মনে করি, P বিন্দুতে A থেকে xm দূরত্বে তড়িৎ প্রাবল্য শূন্য হবে।

সেক্ষেত্রে +2C চার্জের জন্য তড়িৎ প্রাবল্যের দিক হবে $\overrightarrow{AP}$ বরাবর এবং −3C চার্জের জন্য তড়িৎ প্রাবল্যের দিক হবে $\overrightarrow{PB}$ বরাবর,

সেক্ষেত্রে, $9 \times 10^9 \times \frac{2}{x^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{3}{(x+2)^2} \Rightarrow \frac{2}{x^2} = \frac{3}{(x+2)^2}$

$\Rightarrow \frac{x+2}{x} = \sqrt{\frac{3}{2}} \Rightarrow x + 2 = 1.22x \therefore x = 8.9$m $\therefore$ অর্থাৎ A থেকে 8.9m দূরে লব্ধি প্রাবল্যের মান শূন্য হবে।

07. 

চিত্রে একটি ফাঁকা পরিবাহী গোলকের পৃষ্ঠে +30C চার্জ সুষমভাবে বন্টিত। যার কেন্দ্র O হতে A ও B বিন্দুর দূরত্ব যথাক্রমে 0.4m এবং 0.9m।

(গ) উদ্দীপকের A বিন্দুতে তড়িৎপ্রাবল্য নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের গোলকের **O,A ও B** বিন্দুতে বিভব তুলনা কর এবং বিভব ভিন্নতার কারণ ব্যাখ্যা কর। 8

উত্তর

গ. প্রতিসাম্যের কারণে গাউসীয় তলের সর্বত্র তড়িৎক্ষেত্র $\vec{E}$ এর মান সমান এবং দিক ব্যাসার্ধ বরাবর বহিমুখী হবে। তবে গাউসীয় তল কোনো চার্জ ধারণ করবে না। প্রাবল্য, $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{(0.4)^2} = 0 \; [\because q = 0]$

ঘ. এখানে, $R = 0.5m$; $Q = +30C$; $X_A = 0.4m$; $X_B = 0.9m$

O, A বিন্দুর ক্ষেত্রে, $r < R$ অর্থাৎ গোলকের ভিতর অবস্থিত।

সুতরাং, এই দুই বিন্দুতে বিভব হবে পৃষ্ঠের বিভবের সমান।

$\therefore V_0 = V_A = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\cdot\frac{q}{R} = 9\times10^9\times\frac{30}{0.5} = 5.4\times10^{11}V$ $\therefore V_B = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\cdot\frac{q}{X_B} = 9\times10^9\times\frac{30}{0.9} = 3\times10^{11}V$

08. একটি সমান্তরাল পাত ধারকের প্রত্যেকটি পাতের ক্ষেত্রফল $0.03m^2$। পাত দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব 2.0×10^6m এবং পাত দুটির মধ্যে বিভব পার্থক্য 150V সংযুক্ত করা হল। ধারকটির পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী মাধ্যমের তড়িৎ মাধ্যমাংক 1.5 ।

(গ) ধারকের পাত দুটির মধ্যে সঞ্চিত শক্তি কত? ৩

(ঘ) ধারকের উভয় পাতের ঠিক মধ্যস্থলে সমান ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট অপর একটি পাত স্থাপন করলে ধারকত্বের কীরূপ পরিবর্তন হবে? বিশ্লেষণসহ যুক্তি দাও। ৪

উত্তর

গ.

$\therefore C = \frac{k\epsilon_0 A}{d} = \frac{1.5\times8.85\times10^{-12}\times0.03}{2\times10^6} = 2\times10^{-19}F$

$\therefore U = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2}(2\times10^{-19})\times(150)^2$

$= 2.25\times10^{-15}J$

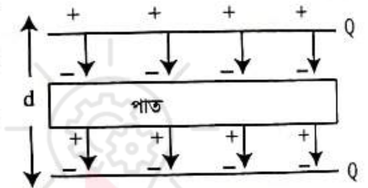
এখানে, $\epsilon_0 = 8.85\times10^{-12}C^2N^{-1}m^{-2}$

$A = 0.03m^2; k = 1.5$

$d = 2\times10^6m$

$V = 150V$

ঘ. একটি সমান্তরাল পাত ধারকের পাতগুলোর মাঝে পাত স্থাপন করায় পাতটি প্রতিটি অংশের জন্য আংশিক চার্জ সৃষ্টি করে। পাতটির ইলেকট্রনগুলো ধনাত্মক চার্জযুক্ত পাতের দিকে প্রবাহিত হবে। ফলে উভয় পাশে আংশিক ধনাত্মক এবং ঋণাত্মক চার্জ সৃষ্টি করবে। যেহেতু চার্জের সমষ্টি শূন্য হতে হবে তাই তারা যে পরিমাণ ধনাত্মক চার্জ ঋণাত্মক পাতের নিকট সৃষ্টি করে ঠিক সে পরিমাণ ঋণাত্মক চার্জ বিপরীত দিকে সৃষ্টি করে। এখানে একটি ধারককে অর্ধেক করে একই ধারকত্ববিশিষ্ট দুটি ধারকে পরিণত করা হয় যা শ্রেণীতে সংযুক্ত। ফলে ধারকত্বের পরিবর্তন হয় না।



09. 1C চার্জ ও 0.6mm ব্যাসবিশিষ্ট কতগুলো গোলাকার পানির ফোঁটা একত্রিত করে একটি বড় গোলকে পরিণত করা হলো। এতে বড় ও ছোট গোলকটির তলমাত্রিক ঘনত্বের অনুপাত হলো 1:3।

(গ) ছোট পানির ফোঁটার সংখ্যা নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) বর্ণিত বড় ফোঁটাটির বিভব নির্ণয় করা সম্ভব কি-না? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও। ৪

উত্তর

গ. $\frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \frac{1}{3}$। এখানে, চার্জ $Q = 1C$; বড় গোলকটির ব্যাসার্ধ, $R_1 = ?$

ছোট গোলকটির ব্যাসার্ধ, $R_2 = 0.0003m$

$\frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \frac{1}{3} = \frac{\frac{Q}{A_1}}{\frac{Q}{A_2}} = \frac{Q}{A_1}\times\frac{A_2}{Q} = \frac{A_2}{A_1} = \frac{4\pi R_2^2}{4\pi R_1^2} \Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = 0.58 \therefore R_1 = \frac{0.0003}{0.58} = 0.0005m$

মনে করি n টি ছোট পানির ফোঁটা ছিল। $\therefore \frac{4}{3}\pi R_1^3 = n\times\frac{4}{3}\pi R_2^3 \Rightarrow n = \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^3 = 4.63 \approx 5$

ঘ. সবকয়টি ছোট গোলাকার পানির ফোঁটার সমপরিমাণ চার্জ যেহেতু বড় গোলকে পরিণত করা হলো তাই বড় গোলকটির চার্জ $nQ = 5\times1C = 5C$। আবার বড় গোলকটির ব্যাসার্ধ, $R_1 = 0.0005m$

$\therefore$ এর ধারকত্ব, $C = 4\pi\epsilon_0 R_1 = 4\pi(8.854\times10^{-12})\times0.0005 = 5.56\times10^{-14}F$

$\therefore$ বড় ফোঁটাটির বিভব $= \frac{Q}{C} = \frac{5}{5.56\times10^{-14}} = 9\times10^{13}V$

অধ্যায় ০৩
চল তড়িৎ

এই অধ্যায়ের বিগত বছরসমূহের বোর্ড প্রশ্নের বিশ্লেষণ:

বোর্ড	২০২২					২০২১					২০১৯					২০১৮					২০১৭				
	CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ
	ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ	
ঢাকা		1	1	1	4	2	2	2	2	6	2	1	1	1	3	1	2	1	1	3		2	1	1	4
রাজশাহী		2	1	1	5	2	2	2	2	6	1	1			3						1	1	1	1	3
চট্টগ্রাম	2	1	1	1	4	2	1	2	2	5	1	2	1	1	2						1		1	1	5
সিলেট	1	1	1	1	7	2	2	2	2	5	1	1	1	1	3								1	1	2
বরিশাল	1	1	1	1	3	2	2	2	2	5	1		1	1	2						1	1	1	1	3
যশোর	1	1	1	1	3	2	2	2	2	6		1	1	1	4	সকল বোর্ড					1	1	1	1	4
কুমিল্লা	1	2	1	1	6	2	2	2	2	8		1	1	1	3						1	1	1	1	3
দিনাজপুর	1		1	1	2	2	2	2	2	8			1	1	1						1	1	1	1	3
ময়মনসিংহ	2	1	1	1	2	2	2	2	2	7															

বি.দ্র.- ২০২০ সালে বোর্ড পরীক্ষা অনুষ্ঠিত হয় নাই এবং ২০১৮ সালে সকল বোর্ডে অভিন্ন প্রশ্ন পদ্ধতিতে পরীক্ষা অনুষ্ঠিত হয়।

গুরুত্বপূর্ণ সংজ্ঞা ও তথ্যাবলি

◈ **তড়িৎ প্রবাহ:**
কোনো পরিবাহীর প্রস্থচ্ছেদের মধ্য দিয়ে t সময়ে Q পরিমাণ চার্জ অতিক্রম করলে এবং এই চার্জের প্রবাহ স্থিতিশীল হলে সেই পরিবাহীর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ, $I = \frac{Q}{t}$। যদি চার্জের প্রবাহ স্থিতিশীল না হয়ে সময়ের সঙ্গে পরিবর্তনশীল হয়, তবে $I = \frac{dQ}{dt}$। সেক্ষেত্রে চার্জ প্রবাহের শুরু থেকে t সময়ে অতিক্রান্ত চার্জ, $Q = \int_0^t I dt$

◈ **প্রবাহ ঘনত্ব:**
কোনো পরিবাহীর একক প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলের মধ্য দিয়ে অতিক্রান্ত তড়িৎ প্রবাহকেই প্রবাহ ঘনত্ব বলে। পরিবাহীর A প্রস্থচ্ছেদ দিয়ে যদি I পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহ চলে এবং প্রবাহ ঘনত্ব J হয়ে থাকে, $J = \frac{I}{A}$ [এটি একটি ভেক্টর রাশি, এর দিক তড়িৎ প্রবাহের দিকে] $\Rightarrow I = \oint_s \vec{J} \cdot \vec{dA}$

অথবা, $J = \frac{nAve}{A}$ $[\because I = nAve] \Rightarrow J = nve$

◈ **ওহমের সূত্র:**
একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো পরিবাহীর মধ্যে তড়িৎ প্রবাহ (I) এর দুই প্রান্তের মধ্যে বিভব পার্থক্যের (V) সমানুপাতিক। অর্থাৎ $I \propto V \Rightarrow \frac{I}{V} =$ ধ্রুবক, বা $\frac{V}{I} =$ ধ্রুবক। যেকোনো পরিবাহীর মধ্যে তড়িৎ প্রবাহ I হলে, যদি এর দুই প্রান্তের মধ্যে বিভব পার্থক্য V হয়, তবে এর রোধ, $R = \frac{V}{I}$ এবং এর পরিবাহিতা, $G = \frac{I}{V}$। ওহমের সূত্র অনুযায়ী, একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো পরিবাহীর রোধ, $R =$ ধ্রুবক। যেসব পরিবাহী ওহমের সূত্র মেনে চলে, তাদের বলা হয় Ohmic conductors।

(অনেক সময় বলা হয়, ওহমের সূত্র হল $V = IR$। এই কথাটি সত্য নয়। $V = IR$ আসে $R = \frac{V}{I}$, এই সংজ্ঞা থেকে। ওহমের সূত্র বলে যে $R =$ ধ্রুবক, অর্থাৎ $\frac{V}{I} =$ ধ্রুবক)

◈ **বৈদ্যুতিক ক্ষমতা:**
যে কোনো বৈদ্যুতিক যন্ত্রের দুই প্রান্তে বিভব পার্থক্য V হলে যদি I তড়িৎ প্রবাহ যায়, তবে এর বৈদ্যুতিক ক্ষমতা, $P = VI$।
যদি যন্ত্রটি একটি রোধক (বা রোধকীয় যন্ত্র, যেমন: হিটার, বাল্ব ইত্যাদি) হয় যার রোধ R, তবে, $P = I^2R = \frac{V^2}{R}$

◈ বৈদ্যুতিক শক্তি:
কোনো বৈদ্যুতিক যন্ত্রের ক্ষমতা P হলে, এবং t সময় ধরে চালালে ব্যয়িত বৈদ্যুতিক শক্তি, $W = Pt = VIt$।
রোধকীয় যন্ত্রের জন্য, $W = I^2Rt = \frac{V^2}{R}t$
বৈদ্যুতিক শক্তির কিছু একক:
1 watt-hour = একটি 1 watt ক্ষমতার যন্ত্র এক ঘণ্টা চালালে যে শক্তি ব্যয়িত হয় $= 60 \times 60$ J $= 3600$ J
অর্থাৎ 1 Wh = 3600J
1 kilowatt – hour = 1000 watt – hour = 3600000J
অর্থাৎ $1\text{kWh} = 1000\text{Wh} = 3.6 \times 10^6$J
1 unit (Board of Trade unit) = 1 kilowatt – hour $= 3.6 \times 10^6$J
(খেয়াল রাখবে, watt (W), kilowatt (kW) হল <u>ক্ষমতার</u> একক, আর watt-hour (Wh), kilowatt-hour (kWh) হল বৈদ্যুতিক <u>শক্তির</u> একক।)

◈ কোনো একটি $R_1\Omega$ রোধের রোধকে টেনে n গুণ লম্বা করা হলে নতুন রোধ, $R = n^2R_1$

◈ কোনো একটি কোষকে যখন বর্তনীতে সংযোগ দেওয়া হয় তখন কোষের অভ্যন্তরে যে রোধের অস্তিত্ব পাওয়া যায়, তাকে বলে অভ্যন্তরীণ রোধ।

◈ অভ্যন্তরীণ রোধে যে বিভব পতন (Voltage Drop) হয় তাকে আমরা বলি হারানো ভোল্ট।

◈ কোষের বাইরে লাগানো রোধগুলোর মধ্যে যে বিভব পতন হয় তাকে বলে প্রান্তীয় বিভব।

◈ n সংখ্যক RΩ রোধের রোধক শ্রেণিতে থাকলে তাদের তুল্যরোধ $= n \times R$। সমান্তরালে থাকলে তাদের তুল্যরোধ $= \frac{R}{n}$

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলি

সূত্র	পরিচিতি	একক
➲ পরিবাহীর তড়িৎ প্রবাহমাত্রা, $I = \frac{q}{t} = \frac{dq}{dt}$	q = মোট চার্জ ; t = সময়	$I \rightarrow A$; $q \rightarrow C$
➲ ইলেকট্রনের তাড়নবেগ, $v = \frac{I}{nAe}$	n = একক আয়তনে মুক্ত ইলেকট্রনের সংখ্যা e = ইলেকট্রনের চার্জ A = পরিবাহীর প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল	$v \rightarrow ms^{-1}$ $e \rightarrow C$ (কুলম্ব) $A \rightarrow m^2$
➲ ওহমের সূত্র: $V \propto I \Rightarrow \frac{V}{I} =$ ধ্রুবক (a) I R V : $I=\frac{V}{R}$ (b) I R r E + – : $I=\frac{E}{R+r}$ N.B: ওহমের সূত্র স্থির তাপমাত্রার জন্য প্রযোজ্য	V = পরিবাহীর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য R = পরিবাহীর রোধ E = কোষের তড়িচ্চালক শক্তি r = কোষের অভ্যন্তরীণ রোধ	V, E → V (ভোল্ট) R, r → Ω
➲ পরিবাহীর আপেক্ষিক রোধ, $\rho = \frac{RA}{L}$	A = প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল L = পরিবাহীর দৈর্ঘ্য R = পরিবাহীর রোধ	$\rho \rightarrow \Omega m$
➲ রোধের উপর তাপমাত্রার প্রভাব: $R_t = R_0(1 + \alpha t)$	$R_0 = 0°C$ তাপমাত্রায় রোধ $R_t = t°C$ তাপমাত্রায় রোধ α = রোধের উষ্ণতা গুণাংক সহগ	$\alpha \rightarrow °C^{-1}$
➲ অ্যামিটারের পাল্লা বৃদ্ধি: $S = \frac{G}{n-1}$	S = শান্টের রোধ G = গ্যালভানোমিটারের রোধ n = পাল্লা যতগুণ করা হয়েছে	

সূত্র	পরিচিতি	একক
➲ ভোল্টমিটারের পাল্লা বৃদ্ধি: $R = G(n-1)$	R = শ্রেণিতে লাগানো রোধ G = গ্যালভানোমিটারের রোধ n = পাল্লা যতগুণ করা হয়েছে	

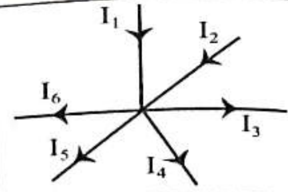
➲ জুলের তাপীয় ক্রিয়া: $W = JH$ W, H SI এককে হলে, $J = 1$ W SI এককে ও H CGS এককে (calorie) হলে, $J = 4.2 J/cal$ H SI এককে (joule) হলে, $H = I^2Rt = \frac{V^2}{R}t$	R = একটি রোধকীয় যন্ত্রের রোধ I = যন্ত্রের মধ্যে তড়িৎ প্রবাহ V = যন্ত্রের দু'প্রান্তে বিভব পার্থক্য t = যে সময় ধরে যন্ত্রে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয় H = t সময়ে উৎপন্ন তাপ W = t সময়ে যন্ত্রে ব্যয়িত বৈদ্যুতিক শক্তি J = তাপের যান্ত্রিক তুল্যাংক
➲ রোধের শ্রেণি সমবায়, $R_s = R_1 + R_2 + \ldots\ldots\ldots + R_n$ R_1, R_2, V_1, V_2, I, E ⇒ $R_s = R_1 + R_2$, I, E	$R_1, R_2, \ldots\ldots R_n$ শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত রোধ।
* শ্রেণি সমবায়ে প্রত্যেক রোধের মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ একই থাকে।	

সূত্র	পরিচিতি
➲ **Voltage divider Rule :** (R_1, R_2, R_3, V_1, V_2, V_3, V) সাধারণ সূত্র: $V_x = \frac{R_x}{\text{সবগুলো রোধের যোগফল}} \times$ মোট ভোল্টেজ $[x = 1,2,3 \ldots]$	x = রোধের নং
➲ রোধের সমান্তরাল সমবায়, $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \cdots \frac{1}{R_n}$ (I_1, R_1, R_2, I_2, I, E) ⇒ $R_p = \frac{R_1R_2}{R_1+R_2}$, I, E	$R_1, R_2, \ldots\ldots R_n$ সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত রোধ
➲ দুটি কমন পয়েন্ট থাকবে ➲ রোধগুলোর বিভবপার্থক্য একই থাকবে।	
➲ **Current Divider Rule:** (I, I_1, R_1, I_2, R_2, I_3, R_3, E) ; সাধারণ সূত্র: $I_x = \frac{IR_P}{R_x}$	x = রোধের নং
➲ কোষের সমবায়: (i) শ্রেণি সমবায়: $I_s = \frac{nE}{R+nr}$	n = মোট কোষ
(ii) সমান্তরাল সমবায়: $I_p = \frac{mE}{mR+r}$	m = মোট কোষ
(iii) মিশ্র সমবায়: $I_m = \frac{mnE}{mR+nr}$	n = সারিতে কোষ সংখ্যা m = মোট সারির সংখ্যা
(iv) সর্বোচ্চ বিদ্যুৎ প্রবাহের জন্য: $mR = nr$	

➲ কার্শফের সূত্র:

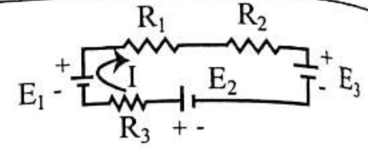
(i) প্রথম সূত্র (KCL): $\Sigma I = 0 \Rightarrow I_1 + I_2 - I_3 - I_4 - I_5 - I_6 = 0$

$\Rightarrow I_1 + I_2 = I_3 + I_4 + I_5 + I_6$



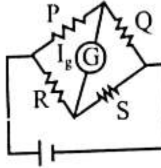
(ii) দ্বিতীয় সূত্র (KVL): $\Sigma V = 0 \Rightarrow -E_1 + R_1I + R_2I + E_3 - E_2 + IR_3 = 0$

$\Rightarrow \Sigma$ Voltage rise = Σ Voltage drop



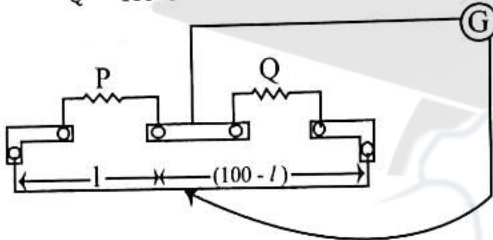
➲ ও'মের সূত্র সরল বর্তনী এবং কার্শফের সূত্র জটিল বর্তনীতে প্রয়োগ করা হয়।

➲ হুইটস্টোন ব্রিজ নীতি:



সাম্যাবস্থায়: (i) $I_g = 0$ (ii) $\frac{P}{Q} = \frac{R}{S}$

➲ মিটারব্রিজ: $\frac{P}{Q} = \frac{l}{100-l}$



P = বাম ফাঁকের রোধ

Q = ডান ফাঁকের রোধ

l = বামপ্রান্ত হতে নিস্পন্দ বিন্দুর দূরত্ব

100 − l = ডানপ্রান্ত হতে নিস্পন্দ বিন্দুর দূরত্ব

P, Q এর একক Ω

l এর একক cm

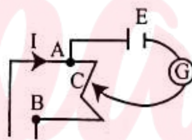
➲ l এর মান সেন্টিমিটার এককে ব্যবহৃত হয়।

➲ পটেনশিওমিটার:

(ক) তড়িচ্চালক বল নির্ণয়:

(i) $E = \frac{IlR}{L}$

(ii) $\frac{E_1}{E_2} = \frac{l_1}{l_2}$



l = AC = নিস্পন্দ বিন্দুর দূরত্ব

L = AB = মোট দূরত্ব/তারের মোট দৈর্ঘ্য

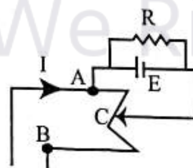
R = তারের রোধ

l_1 = ১ম কোষের জন্য নিস্পন্দ বিন্দুর দূরত্ব

l_2 = ২য় কোষের জন্য নিস্পন্দ বিন্দুর দূরত্ব

(খ) কোষের অভ্যন্তরীণ রোধ নির্ণয়:

$r = \left(\frac{l_1}{l_2} - 1\right) R$



l_1 = R না থাকা অবস্থায় নিস্পন্দ বিন্দুর দূরত্ব

l_2 = R থাকা অবস্থায় নিস্পন্দ বিন্দুর দূরত্ব

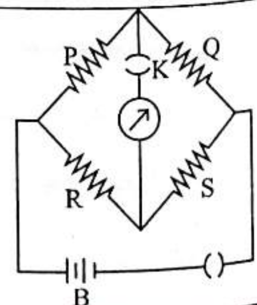
R = বাহ্যিক রোধ

পোষ্ট অফিস বক্স:

(i) হুইটস্টোন ব্রিজ নীতির ওপর ভিত্তি করে কাজ করে।

(ii) $\frac{P}{Q} = \frac{R}{S}$; উদাহরণ: $P = 1000\Omega, Q = 10\Omega$ হলে $\frac{1000}{10} = \frac{R}{S} \Rightarrow S = \frac{1}{100}R$

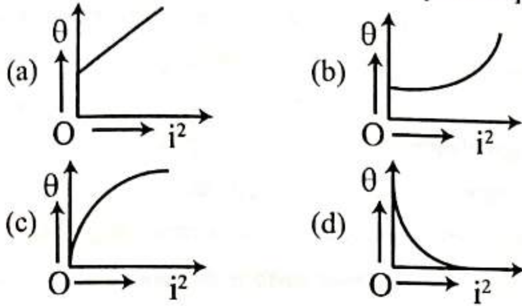
(iii) এ যন্ত্রের সাহায্যে অজানা রোধের মান দশমিকের পর দুই ঘর পর্যন্ত নির্ণয় করা যায়।



বহুনির্বাচনি প্রশ্ন ও সমাধান

MCQ: বিগত বছরসমূহের বোর্ড প্রশ্ন ও সমাধান

01. পানিতে i প্রবাহ t সময় ধরে চালনা করলে পানির তাপমাত্রা θ হয়। নিচের কোন লেখচিত্র ইহা প্রকাশ করে? **[DB'22][Ans: a]**



02. আপেক্ষিক রোধের একক কোনটি? **[DB'22, JB'19, Din.B'19][Ans: c]**

(a) Ωm^{-1} (b) Ω (c) Ωm (d) Ωm^{-2}

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:

একটি মিটার ব্রিজের বাম ফাঁকে 8.5 Ω এবং ডান ফাঁকে 3.5 Ω রোধ যুক্ত আছে।

03. মিটার ব্রিজটির বাম প্রান্ত থেকে কত দূরে নিঃস্পন্দ বিন্দুটি অবস্থিত? **[DB'22]**

(a) 87.70 cm (b) 83.70 cm
(c) 70.83 cm (d) 63.73 cm

সমাধান: (c); বাম প্রান্ত হতে নিঃস্পন্দ বিন্দুটির দূরত্ব,

$x = \left(\frac{8.5}{8.5+3.5} \times 1\right) m = 0.7083\ m = 70.83\ cm$

04. রোধ দুটি স্থান বিনিময় করলে নিঃস্পন্দ বিন্দু বাম দিকে কি পরিমাণ সরে আসবে? **[DB'22]**

(a) 66.41 cm (b) 41.66 cm
(c) 16.41 cm (d) 16.16 cm

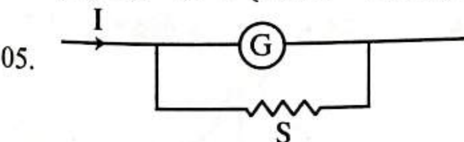
সমাধান: (b); রোধ দুটি স্থান বিনিময় করলে,

বাম প্রান্ত হতে নিঃস্পন্দ বিন্দুটির পরিবর্তিত দূরত্ব,

$x' = \left(\frac{3.5}{8.5+3.5} \times 1\right) m = 0.2917\ m = 29.17\ cm$

∴ বাম দিকে নিঃস্পন্দ বিন্দুটির সরণ,

$\Delta x = x - x' = (70.83 - 29.17) cm = 41.66\ cm$

05.  **[RB'22]**

চিত্রে শান্টের মধ্য দিয়ে অতিক্রান্ত প্রবাহ গ্যালভানোমিটার প্রবাহের 40 গুণ। গ্যালভানোমিটারের প্রবাহ 0.1 হলে মূল প্রবাহ কত A?

(a) 4 (b) 4.1 (c) 40 (d) 41

সমাধান: (b); $I = I_g + I_s \Rightarrow I = 0.1 + 0.1 \times 40 = 4.1\ A$

06. একই উপাদানে তৈরি দুটি পরিবাহী তারের দৈর্ঘ্য যথাক্রমে 3 m ও 6 m এবং ব্যাসার্ধ যথাক্রমে 1 cm ও 0.5 cm. এদের আপেক্ষিক রোধের অনুপাত কত? **[RB'22]**

(a) 1 : 8 (b) 1 : 4 (c) 1 : 1 (d) 4 : 1

সমাধান: (c); একই উপাদানে তৈরি হলে আপেক্ষিক রোধ ধ্রুবক।

07. তাপমাত্রা স্থির রেখে একটি তারকে টেনে 3 গুণ করা হলে রোধ কতগুণ হবে? **[RB'22]**

(a) অপরিবর্তিত (b) 3 (c) 9 (d) 27

সমাধান: (c); $R' = n^2R = 3^2 \times R = 9R$

08. গ্যালভানোমিটারকে অ্যামিটারে রূপান্তরের ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক? **[RB'22][Ans: c]**

(a) বেশি মানের রোধ সমান্তরালে যুক্ত করতে হয়
(b) বেশি মানের রোধ শ্রেণিতে যুক্ত করতে হয়
(c) স্বল্প মানের রোধ সমান্তরালে যুক্ত করতে হয়
(d) স্বল্প মানের রোধ শ্রেণিতে যুক্ত করতে হয়

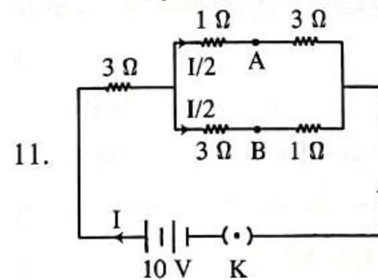
09. একটি বৈদ্যুতিক বাল্বে 25W-200V লেখা থাকলে, বাল্বটির রোধ কত? **[RB'22]**

(a) 1600 Ω (b) 8 Ω
(c) 0.125 Ω (d) 6.25×10^{-4} Ω

সমাধান: (a); $P = \frac{V^2}{R} \therefore R = \frac{V^2}{P} = \frac{200^2}{25} = 1600\ \Omega$

10. বিভব পার্থক্যের জন্য নিচের কোনটি সঠিক নয়? **[Ctg.B'22][Ans: d]**

(a) বিভব পার্থক্য বর্তনীর যেকোনো দুই বিন্দুর মধ্যে তড়িৎ সরবরাহ করে
(b) বিভব পার্থক্য পরিবাহীর রোধের উপর নির্ভর করে
(c) বর্তনীর যে কোনো দুই বিন্দুর বিভব পার্থক্য তড়িচ্চালক বলের ফল
(d) বর্তনীর যে কোনো অংশের বিভব পার্থক্য কোষের তড়িচ্চালক শক্তি অপেক্ষা বেশি

11.  **[Ctg.B'22][Ans: c]**

প্রদত্ত বর্তনীর A ও B বিন্দুর বিভব পার্থক্য কত?

(a) 1.50 V (b) 1.82 V (c) 2 V (d) 5 V

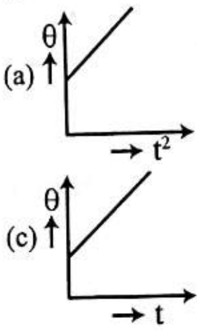
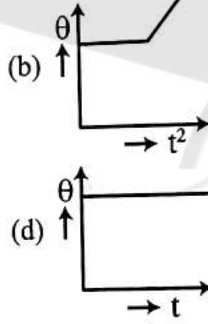
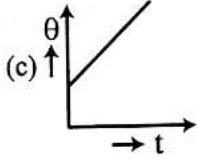
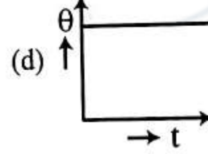
সমাধান: (c); $R_{eq} = \left(\frac{1}{4}+\frac{1}{4}\right)^{-1} + 3 = 5\Omega$

$\therefore I = \frac{E}{R_{eq}} = \frac{10}{5} = 2A$; $V' = 10 - 2 \times 3 = 4\ V$

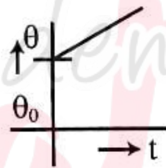
$V_A = 4 - 1 \times 1 = 3V$; $V_B = 4 - 1 \times 3$
$= 1V$; $V_{AB} = V_A - V_B = (3-1) = 2V$

12. অসম মানের দুটি রোধকে সমান্তরালে যুক্ত করে তড়িৎ প্রবাহিত করলে- [Ctg.B'22, JB'22][Ans: a]
(i) রোধ দুটিতে ভিন্ন মানের তড়িৎ প্রবাহিত হবে
(ii) উভয় রোধের প্রান্তের বিভব পার্থক্য সমান হবে
(iii) কম মানের রোধে কম তাপ উৎপন্ন হবে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

13. একটি রোধককে পানিতে নিমজ্জিত করে i প্রবাহ t সময় ধরে প্রবাহিত করা হলে পানির তাপমাত্রা θ এর জন্য–
নিচের কোনটি সঠিক? [Ctg.B'22][Ans: c]

(a) 
(b) 
(c) 
(d) 

সমাধান: (c);
$i^2Rt = ms\Delta\theta$
$t \propto \Delta\theta$
$t \propto (\theta - \theta_0)$



14. হুইটস্টোন ব্রিজ নীতিতে কাজ করে- [SB'22][Ans: d]
(i) মিটার ব্রিজ (ii) পটেনশিওমিটার
(iii) পোস্ট অফিস বক্স
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

15. তড়িৎ প্রবাহ ও তড়িৎ বিভব এর মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন করেন কোন বিজ্ঞানী? [SB'22][Ans: b]
(a) ভোল্ট (b) ওহম (c) অ্যাম্পিয়ার (d) নিউটন

16. শান্ট সম্পর্কে সঠিক তথ্য কোনটি? [SB'22, Din.B'21]
(a) যন্ত্রের সাথে সমান্তরালে যুক্ত বড় মানের রোধ [Ans: c]
(b) যন্ত্রের সাথে শ্রেণিতে যুক্ত ছোট মানের রোধ
(c) যন্ত্রের সাথে সমান্তরালে যুক্ত ছোট মানের রোধ
(d) যন্ত্রের সাথে শ্রেণিতে যুক্ত বড় মানের রোধ

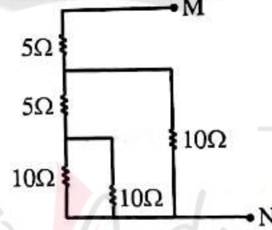
17. ও'হমের সূত্র অনুযায়ী তড়িৎ প্রবাহ বনাম বিভব পার্থক্য লেখের ঢাল কোন রাশি নির্দেশ করে? [SB'22][Ans: c]
(a) বিভব পার্থক্য (b) তড়িৎচালক শক্তি
(c) তড়িৎ পরিবাহিতা (d) আপেক্ষিক রোধ

18. বৈদ্যুতিক ফিউজ-এ তারের বৈশিষ্ট্য কোনটি? [SB'22][Ans: c]
(a) কম রোধ, উচ্চ গলনাঙ্ক (b) উচ্চ রোধ, উচ্চ গলনাঙ্ক
(c) উচ্চ রোধ, কম গলনাঙ্ক (d) কম রোধ, কম গলনাঙ্ক

19. নিচের কোন পদার্থের রোধের উষ্ণতা গুণাঙ্ক (α) ঋণাত্মক? [SB'22, BB'21, Din.B'21][Ans: a]
(a) জার্মেনিয়াম (b) ব্রোঞ্জ
(c) পিতল (d) অভ্র

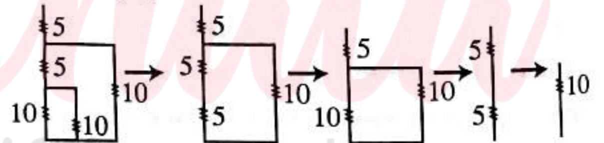
20. বাড়ির প্রধান মিটারে 6 A-220 V লেখা আছে। 90 W এর কতগুলো বাল্ব নিরাপদে ব্যবহার করা যাবে? [SB'22]
(a) 11 (b) 22 (c) 33 (d) 44
সমাধান: (a); $P = VI = 220 \times 6 = 1320\ W$
$\therefore$ নিরাপদে ব্যবহার করা যাবে $\left(\frac{1320}{90}\right) = 14.67 > 11$ টি বাল্ব।

21. তড়িৎ বর্তনীতে উৎপন্ন তাপের সমীকরণ হলো- [BB'22]
(i) VIt (ii) $\frac{V^2}{Rt}$ (iii) I^2Rt [Ans: b]
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

22. 

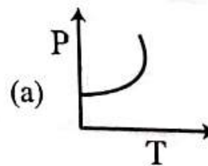
[BB'22]

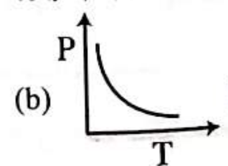
চিত্রে M ও N বিন্দুর মধ্যে তুল্য রোধের মান-
(a) 4 Ω (b) 8.75 Ω (c) 10 Ω (d) 13.33 Ω
সমাধান: (c);

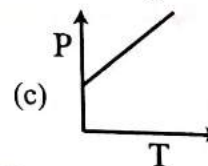


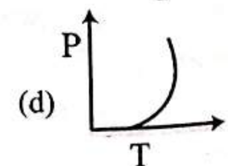
23. 400 W – 200 V চিহ্নিত বাল্বের রোধ কত? [BB'22]
(a) 200 Ω (b) 100 Ω (c) 2 Ω (d) 0.5 Ω
সমাধান: (b); $P = \frac{V^2}{R} \therefore R = \frac{(200)^2}{400} = 100\Omega$

24. পরিবাহীর ক্ষেত্রে P ও T এর মধ্যে সম্পর্ক কীরূপ? [JB'22]

(a) 

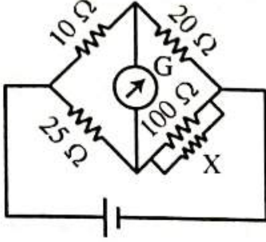
(b) 

[Ans: b]
(c) 

(d) 

25. শান্ট ব্যবহার করা হয়- [JB'22][Ans: a]
(a) বিদ্যুৎ প্রবাহ কমাতে (b) রোধ কমাতে
(c) বিভব কমাতে (d) বিভব বাড়াতে

26. চিত্র পর্যবেক্ষণ কর: [CB'22]



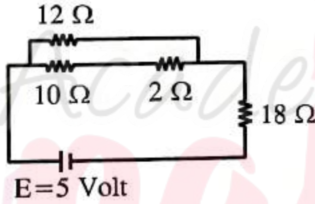
ব্রীজটি সাম্যাবস্থায় থাকলে X এর মান কত?
(a) 50 Ω (b) 75 Ω (c) 100 Ω (d) 125 Ω
সমাধান: (c); ব্রীজটি সাম্যাবস্থায় থাকলে,

$\frac{10}{25} = \frac{20}{\left(\frac{1}{100}+\frac{1}{X}\right)^{-1}} \Rightarrow \left(\frac{1}{100}+\frac{1}{X}\right)^{-1} = 50$

$\Rightarrow \frac{1}{100}+\frac{1}{X} = \frac{1}{50} \Rightarrow \frac{1}{X} = \frac{1}{100} \therefore X = 100\Omega$

27. শান্টের প্রয়োগ হলো- [CB'22][Ans: d]
(i) গ্যালভানোমিটারের সুরক্ষা প্রদান
(ii) অ্যামিটারের পাল্লা বৃদ্ধি করা
(iii) ভোল্টমিটারের পাল্লা বৃদ্ধি করা
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

নিচের চিত্রের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



28. বর্তনীর তুল্যরোধ কত? [CB'22]
(a) 12 Ω (b) 18 Ω (c) 24 Ω (d) 32 Ω
সমাধান: (c); তুল্যরোধ,
$R_{eq} = \left(\frac{1}{12}+\frac{1}{10+2}\right)^{-1} + 18 = (6+18)\Omega = 24\Omega$

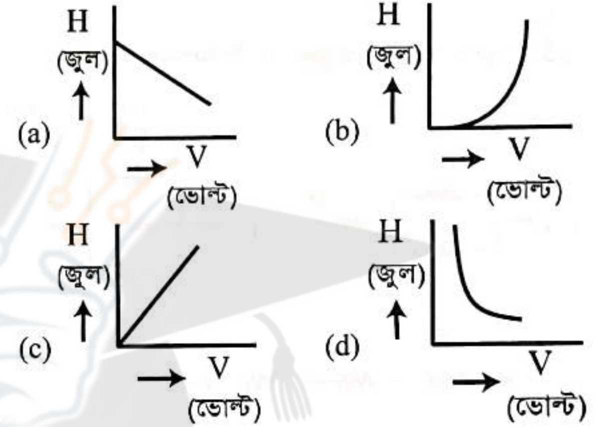
29. 18 Ω রোধের মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহের মান কত? [CB'22]
(a) 0.1 Amp (b) 0.2 Amp (c) 0.3 Amp (d) 0.4 Amp
সমাধান: (b); $I = \frac{E}{R_{eq}} = \frac{5}{24}$ Amp
$= 0.2083$ Amp ≈ 0.2 Amp

30. প্রতি সেকেন্ডে 1 Ω রোধের মধ্য দিয়ে 1 A তড়িৎ প্রবাহমাত্রা প্রেরণ করা হলে উৎপন্ন তাপের পরিমাণ- [CB'22]
(a) 0.24 J (b) 0.24 cal (c) 4.2 J (d) 4.2 cal
সমাধান: (b); $H = I^2Rt = (1)^2 \times 1 \times 1$
$= 1$ J $= 0.24$ cal

31. কোনো পরিবাহীতে তড়িৎ প্রবাহমাত্রা পাঁচগুণ করা হলে তাপ উৎপাদনের হার কতগুণ হবে? [CB'22][Ans: c]
(a) $\frac{1}{5}$ (b) 5 (c) 25 (d) 50

32. কোন পদার্থের তাপমাত্রা বাড়ালে রোধ কমে? [Din.B'22]
(a) নাইক্রোম (b) কপার [Ans: d]
(c) অ্যালুমিনিয়াম (d) জার্মেনিয়াম

33. কোনো নির্দিষ্ট পরিবাহীর দু'প্রান্তের বিভব পার্থক্য V ভোল্ট এবং পরিবাহীতে উদ্ভূত তাপ H জুল। (R ও t ধ্রুবক) নিচের কোন লেখচিত্র সঠিক? [Din.B'22][Ans: b]



34. G = গ্যালভানোমিটারের রোধ এবং S= সান্টের রোধ হলে, সান্ট ধ্রুবক হবে– [MB'22, BB'22][Ans: a]
(a) $\frac{S+G}{S}$ (b) $\frac{S}{S+G}$ (c) $\frac{S+G}{G}$ (d) $\frac{G}{S+G}$

35. 1.8 Ω রোধের একটি অ্যামিটার 1 A তড়িৎ প্রবাহ গ্রহণ করতে পারে। 10 A তড়িৎ প্রবাহ মাত্রার জন্য কত রোধের সান্ট ব্যবহার করতে হবে? [MB'22]
(a) 0.2 Ω (b) 1.2 Ω (c) 2.2 Ω (d) 4.2 Ω
সমাধান: (a); $S = \frac{r}{n-1} = \frac{1.8}{\frac{10}{1}-1} = \frac{1.8}{9} = 0.2\ \Omega$

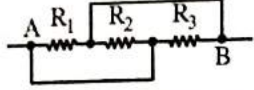
36. তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে অর্ধপরিবাহক কিসের ন্যায় আচরণ করে? [DB'21][Ans: b]
(a) অতিপরিবাহী (b) পরিবাহক
(c) অর্ধপরিবাহক (d) অন্তরক

37. একটি তারকে টেনে লম্বা করলে– [DB'21][Ans: b]
(i) আপেক্ষিক রোধ বৃদ্ধি পায় (ii) রোধ বৃদ্ধি পায়
(iii) রোধ হ্রাস পায়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) ii (c) i, ii (d) i, iii

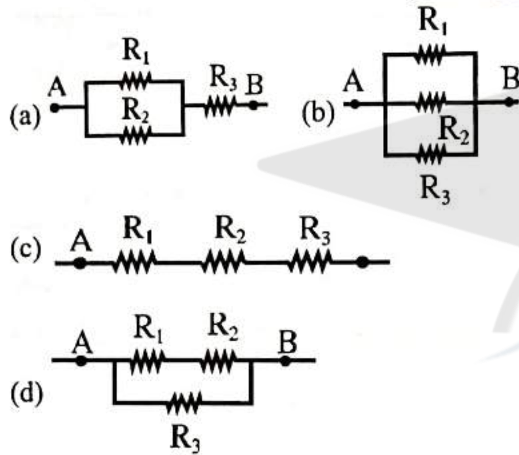
38. রোধের বিপরীত রাশি নিচের কোনটি? [DB'21][Ans: a]
(a) পরিবাহিতা (b) আপেক্ষিক রোধ
(c) উষ্ণতা গুণাঙ্ক (d) প্রবাহ ঘনত্ব

39. তড়িৎ কোষের সমান্তরাল সমবায়ে $nR \gg r$ হলে বর্তনীর প্রবাহ, $I_p = ?$ [DB'21][Ans: a]
(a) $\frac{E}{R}$ (b) $\frac{nE}{R}$ (c) $\frac{E}{nR}$ (d) $n\left(\frac{E}{r}\right)$

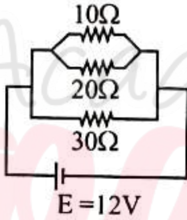
40. 35Ω রোধের একটি গ্যালভানোমিটারের সাথে কত মানের শান্ট যুক্ত করলে পূর্বের 8 গুণ তড়িৎপ্রবাহ পরিমাপ করা যাবে? [DB'21]
(a) 0.2Ω (b) 0.24Ω (c) 5.0Ω (d) 210Ω
সমাধান: (c); $r_s = \frac{R}{n-1} = \frac{35}{8-1} = 5\Omega$



41. উদ্দীপকের বর্তনীর সমতুল্য বর্তনী নিচের কোনটি? [DB'21][Ans: b]



নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



42. বর্তনীর তুল্য রোধ কত হবে? [RB'21]
(a) 6.66Ω (b) 5.45Ω (c) 30Ω (d) 60Ω
সমাধান: (b); তুল্যরোধ
$= (10^{-1} + 20^{-1} + 30^{-1}) = 5.45\Omega$

43. 30Ω রোধের মধ্য দিয়ে কী পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহিত হবে? [RB'21]
(a) 2.2A (b) 1.2A
(c) 0.6A (d) 0.4A
সমাধান: (d); $I_{30} = \frac{12}{30} = 0.4A$

44. একটি তারকে সমান দুইভাগ করলে– [RB'21][Ans: d]
(a) আপেক্ষিক রোধ কমে যায়
(b) আপেক্ষিক রোধ বেড়ে যায়
(c) বৈদ্যুতিক পরিবাহকত্ব কমে যায়
(d) আপেক্ষিক রোধ একই থাকে

45. এক কিলোওয়াট ঘণ্টা = কত জুল? [RB'21][Ans: a]
(a) 36×10^5 (b) 36×10^6
(c) 36×10^3 (d) 3600

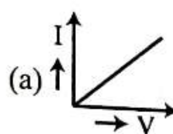
46. একটি গ্যালভানোমিটারের রোধ 100Ω এবং এর সাথে কত মানের একটি সান্ট যুক্ত করলে তড়িৎ প্রবাহমাত্রার 99% সান্টের মধ্যে দিয়ে যাবে? [RB'21]
(a) 2.01Ω (b) 1.01Ω (c) 1.10Ω (d) 1.06Ω
সমাধান: (b); $I_s = \frac{G}{G+S} I \Rightarrow \frac{99}{100} = \frac{G}{G+S} \Rightarrow S = 1.01\Omega$

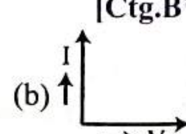
47. একটি বাড়ির মেইন মিটারে 15A-220V চিহ্নিত করা আছে। 60W এর কতটি বাতি ঐ বাড়িতে নিরাপদে ব্যবহার করতে পারবে? [RB'21]
(a) 22 (b) 33 (c) 44 (d) 55
সমাধান: (d); $P = 220 \times 15 = 3300W$
$= 55 \times 60W$; বাতির সংখ্যা = 55 টি

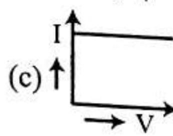
48. কোনো নিরাপত্তা ফিউজ এর গায়ে 5A ফিউজ লেখা থাকলে তার অর্থ– [Ctg.B'21, MB'21]
(i) কোনো বর্তনীতে যুক্ত করলে তা 5A পর্যন্ত তড়িৎপ্রবাহ সহ্য করতে পারে
(ii) 5A এর অধিক প্রবাহমাত্রায় ফিউজ গলে বর্তনী সংযোগ বিচ্ছিন্ন করে
(iii) ফিউজটি সরবরাহ লাইনের সাথে সমান্তরালে যুক্ত থাকে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii
সমাধান: (a); ফিউজটি সরবরাহ লাইনের সাথে শ্রেণিতে যুক্ত থাকে।

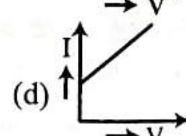
49. একটি ভোল্টমিটার ও একটি শুষ্ক কোষ নিয়ে ভোল্টমিটারের দুইপ্রান্তে কোষের দুইপ্রান্তে সংযুক্ত করা হলো। অতঃপর কোষের সাথে শ্রেণি সমবায়ে একটি চাবি ও একটি রোধক যুক্ত করে এবং চাবি বন্ধ করে তড়িৎপ্রবাহ চালনা করা হলো। [Ctg.B'21, MB'21][Ans: a]
(a) প্রথম ক্ষেত্রে ভোল্টমিটারে যে পাঠ দেয় তা তড়িচ্চালক শক্তি
(b) দ্বিতীয় ক্ষেত্রে যে পাঠ দেয় তা তড়িচ্চালক শক্তি
(c) প্রথম ক্ষেত্রে যে পাঠ দেয় তা বিভব পার্থক্য
(d) দ্বিতীয় ক্ষেত্রে যে পাঠ দেয় তা প্রথম ক্ষেত্রের পাঠের চেয়ে বেশি

50. নিচের কোন লেখচিত্রটি ওহমের সূত্র মেনে চলে– [Ctg.B'21, MB'21]

(a) 

(b) 

(c) 

(d) 

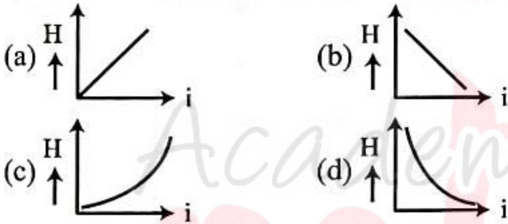
সমাধান: (a); $I \propto V$

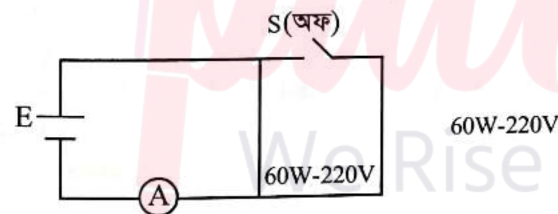
51. পরিবাহীর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহের ফলে উৎপন্ন তাপ H হয়– [Ctg.B'21, MB'21][Ans: d]
(i) $H \propto I^2$ (ii) $H \propto t$ (iii) $H \propto R$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

52. 

[Ctg.B'21]
বর্তনীর 4Ω রোধের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য হবে–
(a) 1 Volt (b) 2 Volt (c) 3 Volt (d) 4 Volt
[Note: প্রশ্নটি অসম্পূর্ণ। E এর মান দেওয়া নেই]
সমাধান: (d); ধরি, E = 9V, তাহলে, $I = \frac{E}{R_2+R_4+R_3}$
$I = 1A \therefore V_4 = IR_4 = 1 \times 4 = 4V$

53. n সংখ্যক E তড়িচ্চালক বলের কোষকে শ্রেণিতে যুক্ত করলে প্রবাহ i হবে (কোষের অভ্যন্তরীণ রোধ r ও বহিঃবর্তনীর রোধ R)- [SB'21][Ans: a]
(a) $i = \frac{nE}{R+nr}$ (b) $i = \frac{nE}{nR+r}$ (c) $i = \frac{nE}{nR+nr}$ (d) $i = \frac{nE}{R+\frac{r}{n}}$

54. কোনো পরিবাহীতে i তড়িৎপ্রবাহের ফলে উৎপন্ন তাপ H হলে i বনাম H লেখচিত্র নিচের কোনটি? [SB'21][Ans: c]


নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:


উদ্দীপকের বর্তনীতে (60W − 220V) লেখা দুইটি বাল্ব লাগানো আছে।

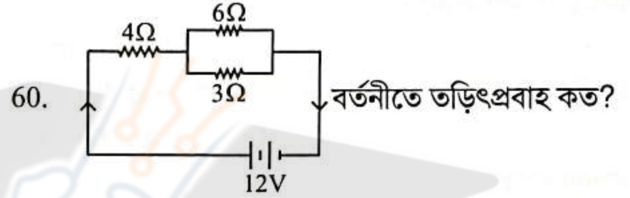
55. প্রতিটি বাল্বের ফিলামেন্টের রোধ কত? [SB'21]Ans: a]
(a) 806.67Ω (b) 666.67Ω
(c) 11.67Ω (d) 3.33Ω

56. S সুইচ অন-করলে অ্যামিটারের পাঠ হবে পূর্বের- [SB'21]
(a) $\frac{1}{4}$ গুণ (b) $\frac{1}{2}$ গুণ (c) 2 গুণ (d) 4 গুণ
সমাধান: (c); $I \propto \frac{1}{R}$; $R_P = \left(\frac{1}{R}+\frac{1}{R}\right)^{-1} = \frac{R}{2}$

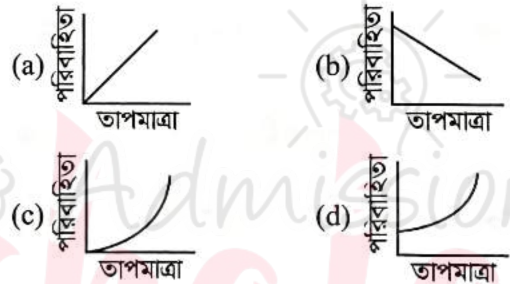
57. R রোধের কোনো গ্যালভানোমিটারের সমান্তরালে S রোধের সান্ট ব্যবহার করলে সান্টের প্রবাহ গ্যালভানোমিটারের প্রবাহের দ্বিগুণ হয়। R ও S এর সম্পর্ক হল- [SB'21][Ans: d]
(a) S = 4R (b) S = 2R (c) S = R (d) $S = \frac{R}{2}$

58. তড়িচ্চালক শক্তির একক হলো- [BB'21][Ans: d]
(a) অ্যাম্পিয়ার (b) জুল (c) কুলম্ব (d) ভোল্ট

59. সান্ট সরাসরি ব্যবহার করা হয়- [BB'21][Ans: c]
(i) অ্যামিটার-এ (ii) ভোল্টমিটার-এ
(iii) গ্যালভানোমিটার-এ
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

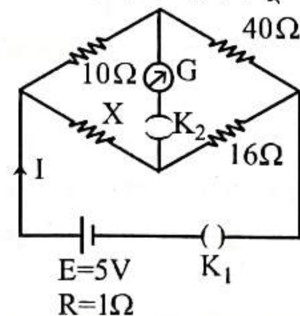
60. 

বর্তনীতে তড়িৎপ্রবাহ কত?
(a) 4A (b) 3A (c) 2A (d) 1A
সমাধান: (c); $R_{eq} = 4 + (6^{-1} + 3^{-1})^{-1}$
$= 6\Omega$; $I = \frac{12}{6} = 2A$

61. পরিবাহীর তাপমাত্রার সাথে পরিবাহিতার সম্পর্ক নিচের কোন চিত্রটি সঠিক? [JB'21]


সমাধান: (b); পরিবাহীতা রোধের ব্যস্তানুপাতিক এবং রোধ তাপমাত্রার পরিবর্তনের সাথে সমানুপাতিকভাবে বৃদ্ধি পায়। অর্থাৎ পরিবাহীতা তাপমাত্রার ব্যস্তানুপাতিক।

62. পোস্ট অফিস বক্স নিচের কোনটি নির্ণয়ে ব্যবহৃত হয়? [JB'21][Ans: c]
(a) তাড়ন বেগ (b) তড়িৎ চালক বল
(c) রোধ (d) ডাকঘরের নথি সংরক্ষণে

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:


63. X এর মান কত হলে ব্রীজটি সাম্যাবস্থায় থাকবে? [JB'21]
(a) 56Ω (b) 50Ω (c) 26Ω (d) 4Ω
সমাধান: (d); $\frac{10}{X} = \frac{40}{16} \Rightarrow X = 4$

64. সাম্যাবস্থায় I এর মান কত হবে? [JB'21]
(a) শূন্য (b) 0.33 A (c) 0.45 A (d) 0.55 A
সমাধান: (b); তুল্যরোধ $= \{(50^{-1} + 20^{-1})^{-1} + 1\}\Omega$
$= \frac{107}{7}\Omega$; $I = \frac{5}{\frac{107}{7}} = 0.33A$

65. আপেক্ষিক রোধ নির্ভর করে পরিবাহীর– [JB'21, All B'18]
(i) দৈর্ঘ্যের উপর (ii) তাপমাত্রার উপর [Ans: c]
(iii) উপাদানের উপর
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, ii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

66. একটি মিটার ব্রীজের বাম ও ডান ফাঁকে যথাক্রমে 20Ω এবং 30Ω রোধ যুক্ত রয়েছে। বাম প্রান্ত হতে কত দূরে সাম্য বিন্দু পাওয়া যাবে? [JB'21]
(a) 30 cm (b) 40 cm (c) 50 cm (d) 60 cm
সমাধান: (b); $\frac{20}{x} = \frac{30}{100-x} \Rightarrow x = 40$ cm

67. কোষের অভ্যন্তরীণ রোধ বৃদ্ধি পেলে বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহমাত্রা- [CB'21]
(a) সমানুপাতে বাড়ে (b) সমানুপাতে কমে
(c) ব্যস্তানুপাতে কমে (d) ব্যস্তানুপাতে বাড়ে
সমাধান: (c); $I \propto \frac{1}{r}$

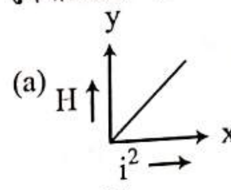
68. তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে পরিবাহীর পরিবাহকত্ব কীরূপ হবে? [CB'21][Ans: c]
(a) বৃদ্ধি পাবে (b) অপরিবর্তিত থাকবে
(c) হ্রাস পাবে (d) শূন্য হবে

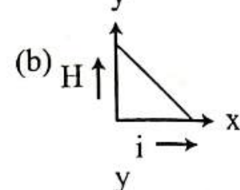
69. কোনো নির্দিষ্ট পরিবাহীতে প্রবাহমাত্রা এক-তৃতীয়াংশ করলে নির্দিষ্ট সময়ে উৎপন্ন তাপ হবে প্রাথমিক তাপের- [CB'21]
(a) দ্বিগুণ (b) সমান
(c) এক-তৃতীয়াংশ (d) এক-নবমাংশ
সমাধান: (d); $H \propto i^2 \Rightarrow \frac{H_2}{H_1} = \frac{{i_2}^2}{{i_1}^2} \Rightarrow H_2 = \frac{1}{9}H_1$

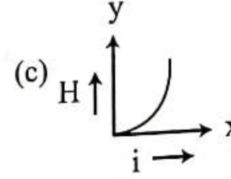
70. সান্ট ব্যবহৃত হয় কোন যন্ত্রে? [CB'21]
(a) অ্যামিটার (b) ভোল্ট মিটার
(c) মিটারব্রীজ (d) পোস্ট অফিস বক্স
সমাধান: (a, b); অ্যামিটার ও ভোল্টমিটার উভয়ের পাল্লা বৃদ্ধিতে সান্ট ব্যবহৃত হয়।

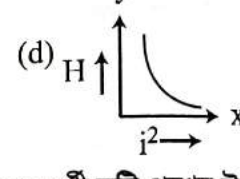
71. কোনো পরিবাহীর দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ ও ব্যাসার্ধ অর্ধেক করলে চূড়ান্ত রোধ হবে প্রাথমিক রোধের কত গুণ? [CB'21]
(a) দ্বিগুণ (b) চার গুণ (c) আট গুণ (d) বার গুণ
সমাধান: (c); $R \propto \frac{\ell}{r^2} \Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = \frac{{r_1}^2\ell_2}{{r_2}^2\ell_1} \Rightarrow R_2 = 8R_1$

72. পরিবাহীতে তড়িৎ প্রবাহের দরুন উৎপন্ন তাপ নিচের কোন লেখচিত্রকে সমর্থন করে? [CB'21][Ans. a, c]

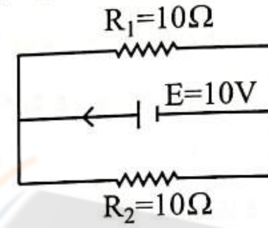
(a) 

(b) 

(c) 

(d) 

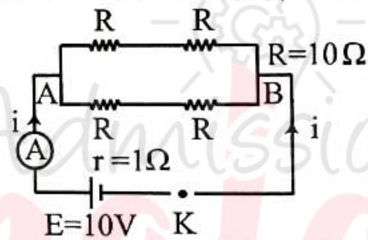
নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



73. বর্তনীর মোট প্রবাহমাত্রা- [CB'21]
(a) 0.5 amp (b) 1 amp (c) 2 amp (d) 10 amp
সমাধান: (c); $R_p = ({R_1}^{-1} + {R_2}^{-1})^{-1} = 5$ ohm;
$I = \frac{E}{R_p} = \frac{10}{5} = 2$ amp

74. R_2 রোধকের দুপ্রান্তের বিভব পার্থক্য- [CB'21][Ans: b]
(a) 5 V (b) 10 V (c) 20 V (d) 40 V

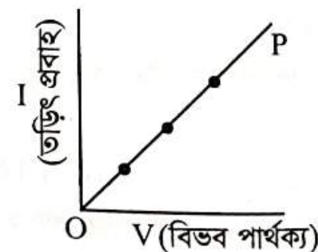
নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



75. A I B বিন্দুর তুল্যরোধ কত? [Din.B'21][Ans: c]
(a) 40 Ω (b) 20 Ω (c) 10 Ω (d) 5 Ω

76. অ্যামিটার (A) এর পাঠ কত পাওয়া যাবে? [Din.B'21]
(a) 1 A (b) 0.9 A (c) 0.5 A (d) 0.2 A
সমাধান: (b); $I = \frac{E}{R_{eq}+r} = \frac{10}{10+1} = 0.909A$

77. ও'হমের সূত্র অনুসারে নিচের গ্রাফের ঢাল কোন রাশি নির্দেশ করে? [Din.B'21]



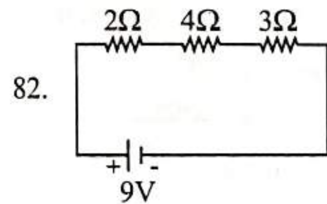
(a) রোধ (b) আপেক্ষিক রোধ
(c) পরিবাহিতা (d) পরিবাহিতাংক
সমাধান: (c); এখানে, ঢাল $= \frac{I}{V} = \frac{1}{R} = G$

78. নিচের কোনটি শান্টের ক্ষমতা গুণক? [Din.B'21][Ans: d]
(a) $(G+S)/G$ (b) $G/(G+S)$
(c) $S/(G+S)$ (d) $(G+S)/S$

79. হুইটস্টোন ব্রিজ নীতির ভিত্তিতে পরিচালিত হয়- [Din.B'21][Ans: c]
(i) পোস্ট অফিস বক্স (ii) পটেনশিওমিটার
(iii) মিটারব্রিজ
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

80. কোষের EMF তুলনা করতে ব্যবহৃত হয় কোনটি? [Din.B'21][Ans: b]
(a) গ্যালভানোমিটার (b) পটেনশিওমিটার
(c) মিটার ব্রিজ (d) ভোল্টমিটার

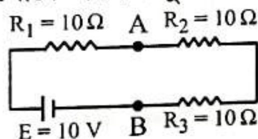
81. তড়িৎ প্রবাহের ফলে উৎপন্ন তাপের পরিমাণ নির্ণয়ক সমীকরণ নিচের কোনটি? [MB'21][Ans: b]
(a) $H = 0.24\,V^2It$ Cal (b) $H = 0.24\frac{V^2}{R}t$ Cal
(c) $H = 0.24\,IRt$ Cal (d) $H = 0.24\,P^2t$ Cal

82. 

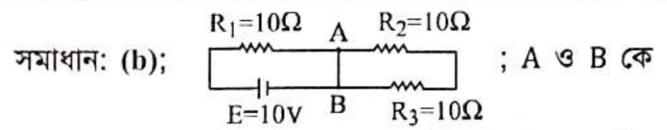
[MB'21]
বর্তনীর 4Ω রোধের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য হবে–
(a) 1 Volt (b) 2 Volt (c) 3 Volt (d) 4 Volt
সমাধান: (d); $R_{eq} = 9\Omega$; $I = \frac{9}{9} = 1A$
$\therefore V = 4 \times 1 = 4$ volt

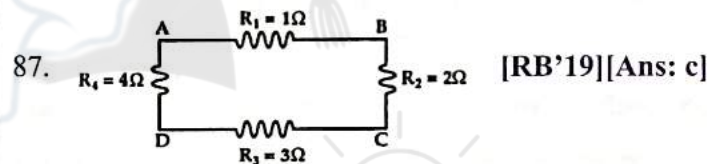
83. একটি পরিবাহী তারের দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ ও প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল অর্ধেক করলে উহার রোধ হবে? [MB'21]
(a) অর্ধেক (b) দ্বিগুণ
(c) চারগুণ (d) পরিবর্তন হবে না
সমাধান: (c); $R \propto L$ এবং $R \propto \frac{1}{A}$

নিচের চিত্রের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



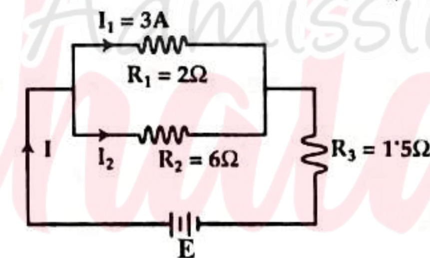
84. বর্তনীর প্রবাহমাত্রা কত? [DB'19]
(a) 33.33 A (b) 1.5 A (c) 0.67 A (d) 0.33 A
সমাধান: (d); $I = \frac{E}{R_1+R_2+R_3} = 0.33$ A

85. যদি A ও B বিন্দুকে একটি পরিবাহী তার দ্বারা সংযুক্ত করা হয় তবে বর্তনীর প্রবাহমাত্রা কত হবে? [DB'19]
(a) 1.5 A (b) 1 A (c) 0.67 A (d) 0.33 A
সমাধান: (b); 

; A ও B কে সংযুক্ত করলে R_2 ও R_3 এর মধ্য দিয়ে কোনো তড়িৎ প্রবাহিত হবে না। কারণ AB অংশে মূলত 0Ω (পরিবাহী তারের রোধ) ও (R_2+R_3) বা 20Ω রোধ সমান্তরালে সংযুক্ত।
এদের তুল্য রোধ, $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{0} + \frac{1}{20} = \infty + \frac{1}{20} = \infty$
$\therefore R_p = \frac{1}{\infty} = 0$। সুতরাং, তুল্য বর্তনী 

$\therefore I = \frac{10}{10}A = 1A$

86. তাপমাত্রা অপরিবর্তিত রেখে একটি তারকে টেনে 2 গুণ লম্বা করলে রোধ 4 গুণ হয়। তারটির আপেক্ষিক রোধ হবে–[DB'19]
(a) চারগুণ (b) দ্বিগুণ
(c) অপরিবর্তিত (d) এক-চতুর্থাংশ
সমাধান: (c); $R = \rho\frac{L}{A}$; তাপমাত্রা স্থির থাকলে ρ স্থির থাকবে।

87. 

[RB'19][Ans: c]
নিচের কোন দুটি বিন্দুর মধ্যকার রোধ সর্বোচ্চ?
(a) A ও B (b) C ও D (c) B ও D (d) D ও A

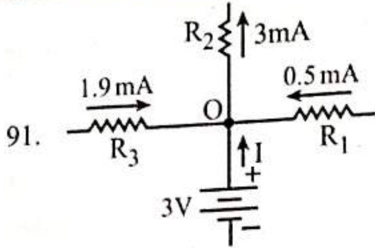
নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:

$I_1 = 3A$, $R_1 = 2\Omega$, I, I_2, $R_2 = 6\Omega$, $R_3 = 1.5\Omega$, E

88. I এর মান কত? [RB'19]
(a) 1 A (b) 2 A (c) 3 A (d) 4 A
সমাধান: (d); 2Ω রোধের দুই প্রান্তে বিভব পার্থক্য, $V_1 = I_1R_1 = 6V \therefore I_2 = \frac{V_1}{R_2} = \frac{6}{6}A = 1A$
$\therefore I = I_1 + I_2 = 4A$

89. E এর মান কত? [RB'19]
(a) 4 V (b) 6 V (c) 9 V (d) 12 V
সমাধান: (d); $E = \{(4 \times 1.5) + 6\}V = 12V$

90. অ্যামিটারের পাল্লা বৃদ্ধির সঠিক সমীকরণ কোনটি? [Ctg.B'19][Ans: c]
(a) $S = (n-1)r$ (b) $S = n(r-1)$
(c) $S = \frac{r}{n-1}$ (d) $S = \frac{n-1}{r}$

91. 

[Ctg.B'19]

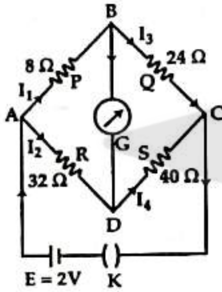
কির্শফের সূত্র ব্যবহার করে O বিন্দুতে তড়িৎপ্রবাহ I এর মান কত?

(a) 0.6 mA (b)1.6 mA (c) 2.4 mA (d) 5.4 mA

সমাধান: (a); O বিন্দুতে আগত Current = O বিন্দু হতে নির্গত Current $\Rightarrow (1.9 + 0.5 + I) = 3 \therefore I \doteq 0.6$ mA

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:

গ্যালভানোমিটারটির রোধ 90 Ω



92. বর্তনীর ABDA অংশে কির্শফের দ্বিতীয় সূত্র প্রয়োগ করে নিচের কোন সমীকরণটি পাওয়া যায়? [SB'19, CB'19]

(a) $8I_1 + 90I_g - 32I_2 = 0$ [Ans: a]

(b) $8I_1 + 90I_g + 32I_2 = 0$

(c) $8I_1 - 90I_g - 32I_2 = 0$

(d) $8I_1 - 90I_g + 32I_2 = 0$

93. ব্রীজের চতুর্থ বাহু (S)- এ কত রোধ কীভাবে যোগ করলে ব্রীজটি সাম্যাবস্থায় আসবে? [SB'19, CB'19][Ans: b]

(a) 96 Ω সমান্তরালে (b) 56 Ω শ্রেণিতে

(c) 96 Ω শ্রেণিতে (d) 56 Ω সমান্তরালে

94. শান্ট হলো যন্ত্রের সাথে– [SB'19, CB'19][Ans: b]

(a) সমান্তরালে যুক্ত উচ্চমানের রোধ

(b) সমান্তরালে যুক্ত নিম্নমানের রোধ

(c) শ্রেণিতে যুক্ত উচ্চমানের রোধ

(d) শ্রেণিতে যুক্ত নিম্নমানের রোধ

95. কোনো নির্দিষ্ট পরিবাহীর দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ করা হলে তার রোধ পূর্বের রোধের– [BB'19][Ans: b]

(a) সমান হবে (b) দ্বিগুণ হবে

(c) চারগুণ হবে (d) অর্ধেক হবে

96. 60W – 220Vএবং 60W – 110V লেখা বাল্ব দুটির রোধের অনুপাত কত? [BB'19]

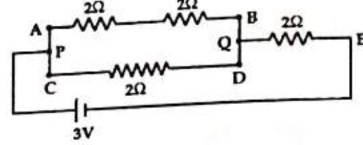
(a) 1 : 1 (b)2 : 1 (c) 1 : 4 (d) 4 : 1

সমাধান: (d); $\frac{R_1}{R_2} = \frac{\frac{220^2}{60}}{\frac{110^2}{60}} = \frac{4}{1} = 4:1$

97. নিম্নের কোনটি আবেশক-এর প্রতীক? [JB'19][Ans: b]

(a) —/\/\/\/\— (b) —coil— (c) —|ı|ı|— (d) —variable resistor—

নিচের চিত্রের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও :



98. বর্তনীর তুল্য রোধ কত? [JB'19]

(a) 3.33 Ω (b)1.33 Ω (c) 0.75 Ω (d) 0.33 Ω

সমাধান: (a); $R_{eq} = [\{(2+2)^{-1} + 2^{-1}\}^{-1} + 2]$ $\Omega = 3.33\Omega$

99. বর্তনীর শাখা প্রবাহগুলোর মধ্যে সম্পর্ক হলো– [JB'19]

(i) $I_{AB} > I_{CD}$ (ii) $I_{AB} < I_{CD}$

(iii) $I_{PQ} > I_{QE}$

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

সমাধান: (সঠিক উত্তর (ii)); $I_{QE} = \frac{3}{3.33}$ A $= 0.9A$; $I_{PQ} = I_{QE}$; $I_{AB} = I_{QE} \times \frac{R_{CD}}{R_{CD}+R_{AB}}$ $= 0.3A$; $I_{CD} = I_{QE} - I_{AB} = 0.6A$

100. পোস্ট অফিস বক্স যে কাজে ব্যবহার হয়- [All B'18][Ans: b]

(a) পোস্ট অফিসে বিল সংগ্রহে

(b) কোষের তড়িচ্চালক বল নির্ণয়ে

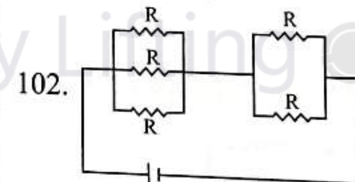
(c) পরিবাহীর অজানা রোধ নির্ণয়ে

(d) বর্তনীর প্রবাহমাত্রা নির্ণয়ে

101. একটি তারের রোধ 2 ওহম। এ তারটির উপাদান ঠিক রেখে দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ করে যে রোধ পাওয়া যাবে- [All B'18]

(a) 1 ওহম (b) 2 ওহম (c) 3 ওহম (d) 4 ওহম

সমাধান: (d); R ∝ L

102. 

[DB'17][Ans: c]

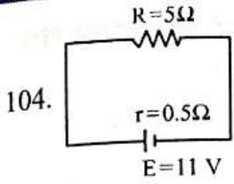
বর্তনীতে মোট রোধ কত হবে?

(a) $\frac{1}{3}R$ (b) $\frac{1}{2}R$ (c) $\frac{5}{6}R$ (d) 5R

103. কোনো বাল্বের ফিলামেন্টের রোধ 50Ω এবং এর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য 250V হলে বাল্বের ভিতর দিয়ে কত তড়িৎ প্রবাহিত হবে? [DB'17]

(a) 2A (b) 4A (c) 5A (d) 8A

সমাধান: (c); $I = \frac{V}{R} = \frac{250}{50} = 5A$

104. 

[DB'17][Ans: a]

চিত্রে তড়িৎ প্রবাহের মান কত?

(a) 1A (b) 2A (c) 2.2A (d) 2.5A

সমাধান: (b); $I = \frac{V}{R+r} = \frac{11}{5+.5} = 2A$

105. ইলেকট্রনের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য– [RB'17][Ans: b]

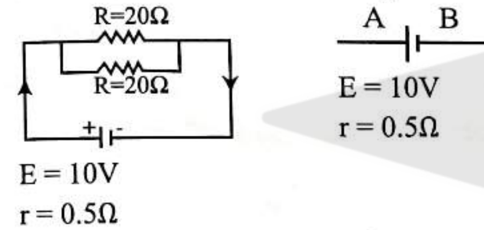
(i) ঋণাত্মক চার্জ (ii) ধনাত্মক চার্জ

(iii) ভর আছে

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

নিচের চিত্র লক্ষ্য কর এবং পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



চিত্র-১ চিত্র-২

106. ১নং চিত্রে মূল প্রবাহ কত হবে? [RB'17, BB'17]

(a) 0.95A (b) 0.9524A (c) 1A (d) 1.05A

সমাধান: (b); $R_{eq} = 10\Omega \therefore i = \frac{E}{R_{eq}+r}$

$= \frac{10}{10.5} = 0.9524A$

107. চিত্র-২ এর AB কোষটিকে চিত্র-১ এর কোষের সাথে সমান্তরালভাবে যুক্ত করলে বহিঃস্থ রোধ R_p-এ উৎপন্ন তাপশক্তির হার– [RB'17, BB'17]

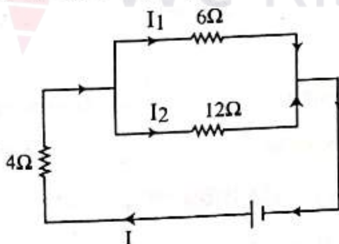
(a) 8.523 W (b) 9.518 W (c) 9.75 W (d) 10 W

সমাধান: (b); $i = \frac{nE}{nR+r} = \frac{2\times10}{2\times10+0.5} = 0.9756A$

বহিঃস্থ রোধে, $p = i^2R_p$

$= (0.9756)^2 \times 10 = 9.518$ W

নিচের উদ্দীপক হতে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



108. বর্তনীর তুল্য রোধ কত? [Ctg.B'17]

(a) 2Ω (b) 8Ω (c) 12Ω (d) 16Ω

সমাধান: (b); $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{6} + \frac{1}{12} = \frac{2+1}{12} = \frac{3}{12}$

$\Rightarrow R_p = \frac{12}{3} = 4\Omega \therefore R_s = R_1 + R_p = 4 + 4 = 8\Omega$

109. তড়িৎ প্রবাহের মানের ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক? [Ctg.B'17]

(a) $I_2 < I_1 < I$ (b) $I_1 < I_2 < I$

(c) $I_2 < I < I_1$ (d) $I < I_1 < I_2$

সমাধান: (a); যেহেতু $12\Omega > 6\Omega$, সেহেতু $I_1 > I_2$

উদ্দীপক হতে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:

কোনো মিটার ব্রিজের একটি ফাঁকে 4Ω এবং অপর ফাঁকে 6Ω রোধ যুক্ত আছে।

110. 6Ω রোধের প্রান্ত থেকে নিস্পন্দ বিন্দুর দূরত্ব কত? [Ctg.B'17]

(a) 10 cm (b) 40 cm (c) 60 cm (d) 90 cm

সমাধান: (c); $\frac{P}{Q} = \frac{l}{100-l} \Rightarrow \frac{6}{4} = \frac{l}{100-l} \Rightarrow 600 - 6l$

$= 4l \Rightarrow l = 60$ cm

111. নিস্পন্দ বিন্দু ঠিক মধ্যস্থলে পেতে হলে 6Ω রোধের সাথে কোন রোধের সংযোগ প্রয়োজন? [Ctg.B'17]

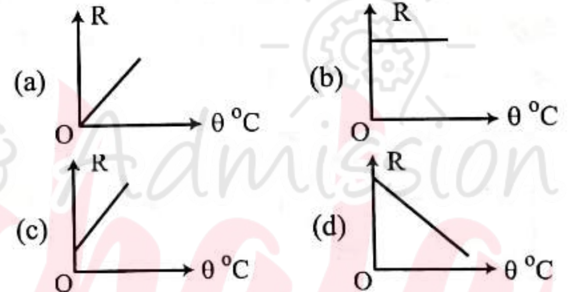
(a) 12Ω শ্রেণিতে (b) 12Ω সমান্তরালে

(c) 2Ω শ্রেণিতে (d) 2Ω সমান্তরালে

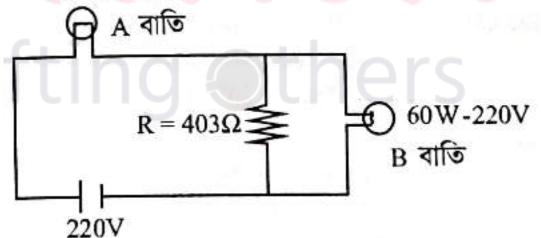
সমাধান: (b); $\frac{P}{4} = \frac{50}{100-50} \Rightarrow P = 4\Omega$

এখন 6Ω এর সাথে 12Ω সমান্তরালে যুক্ত করলে তুল্য রোধ হবে $(6 \parallel 12) = 4\Omega$

112. তাপমাত্রার সাথে পরিবাহকের রোধের পরিবর্তন নিচের কোন লেখচিত্রটি নির্দেশ করে? [Ctg.B'17][Ans: c]



নিচের উদ্দীপকটি পড়ে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



উদ্দীপকের বর্তনীতে দু'টি 60W–220V লেখা বাল্ব সংযুক্ত করে 220V উৎসের সাথে সংযোগ দেয়া হল।

113. প্রত্যেক বাতির ফিলামেন্টের রোধ কত? [SB'17]

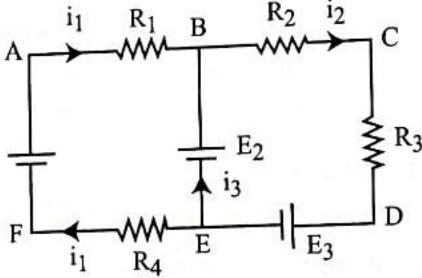
(a) 3.67 Ω (b) 16.36 Ω

(c) 484.67 Ω (d) 806.67 Ω

সমাধান: (d); $P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow R = \frac{V^2}{P} = \frac{220^2}{60} = 806.67\Omega$

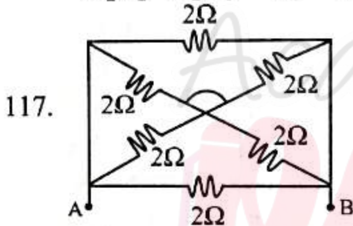
114. উদ্দীপকে বর্তনী হতে R রোধ অপসারণ করলে নিচের কোনটি সঠিক? **[SB'17][Ans: b]**
(a) A বাতির উজ্জ্বল্য বাড়বে B বাতির উজ্জ্বল্য কমবে
(b) A বাতির উজ্জ্বল্য কমবে B বাতির উজ্জ্বল্য বাড়বে
(c) A ও B উভয় বাতির উজ্জ্বল্য বাড়বে
(d) A ও B বাতির উজ্জ্বল্য কমবে

নিচের বর্তনী লক্ষ কর এবং পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



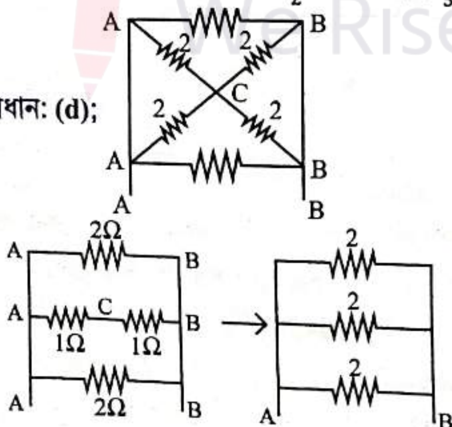
115. B বিন্দুতে কোন সমীকরণটি সঠিক? **[BB'17][Ans: a]**
(a) $i_1 - i_2 + i_3 = 0$ (b) $i_1 + i_2 + i_3 = 0$
(c) $-i_1 - i_2 + i_3 = 0$ (d) $i_1 - i_2 - i_3 = 0$

116. ABEFA লুপে কোন সমীকরণটি সঠিক? **[BB'17]**
(a) $i_1R_1 - i_2R_4 = E_1 - E_2$
(b) $i_1R_1 + i_3R_4 = E_1 - E_2$
(c) $i_1R_1 - i_3R_4 = E_1 + E_2$
(d) $i_1R_1 + i_3R_4 = E_1 + E_2$
সমাধান: (সঠিক উত্তর নেই); ABEFA লুপে কির্শফের দ্বিতীয় সূত্র অনুসারে, $i_1R_1 + E_2 + i_1R_4 - E_1 = 0$
$\Rightarrow i_1R_1 + i_1R_4 = E_1 - E_2$

117.  **[BB'17]**

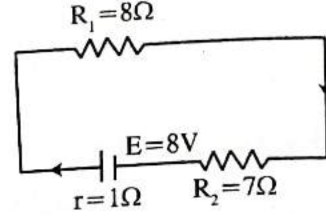
বর্তনীর A এবং B বিন্দুতে তুল্যরোধ কত?
(a) 6Ω (b) 4Ω (c) $\frac{3}{2}\Omega$ (d) $\frac{2}{3}\Omega$

সমাধান: (d);



তুল্য রোধ, $R = \left(\frac{1}{2}+\frac{1}{2}+\frac{1}{2}\right)^{-1} = \frac{2}{3}\Omega$

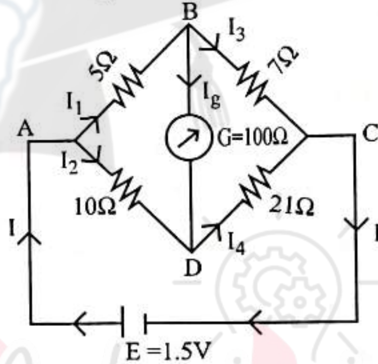
নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



118. উদ্দীপকের বর্তনীর মূল তড়িৎ প্রবাহের মান কত? **[BB'17]**
(a) 0.42 A (b) 0.5 A (c) 0.53 A (d) 1.7 A
সমাধান: (b); $I = \frac{E}{R_1+R_2+r} = \frac{8}{8+7+1} = 0.5\text{ A}$

119. উদ্দীপকের বর্তনীতে কত মানের রোধ, কিভাবে R_1 এর সাথে যুক্ত করলে R_2 রোধের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য 2.94V হবে? **[BB'17]**
(a) 3.04Ω শ্রেণিতে (b) 4Ω সমান্তরালে
(c) 15Ω শ্রেণিতে (d) 15Ω সমান্তরালে
সমাধান: (a); $2.94 = \frac{7}{16+r} \times 8 \therefore r = 3.04\Omega$ শ্রেণিতে

নিচের উদ্দীপক অনুসারে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:

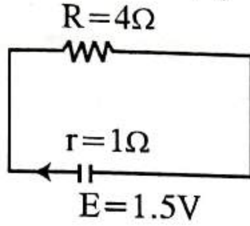


120. ABDA বদ্ধ বর্তনীতে কির্শফের দ্বিতীয় সূত্রানুসারে নিচের কোন সমীকরণটি সঠিক? **[CB'17][Ans: a]**
(a) $5I_1 + 100I_g - 10I_2 = 0$
(b) $5I_1 + 100I_g - 10I_2 = 15$
(c) $5I_1 + 100I_g + 10I_2 = 0$
(d) $5I_1 - 100I_g + 10I_2 = 1.5$

121. AD বাহুর রোধের সাথে আর কত রোধ কীভাবে যুক্ত করলে গ্যালভানোমিটারের মধ্যদিয়ে কোনো তড়িৎ প্রবাহিত হবে না- **[CB'17]**
(a) 5Ω শ্রেণিতে (b) 5Ω সমান্তরালে
(c) 15Ω শ্রেণিতে (d) 15Ω সমান্তরালে
সমাধান: (a); AD বাহুর রোধ R হলে, $I_g = 0$ হবে যদি,
$\frac{5}{R} = \frac{7}{21} \therefore R = 15\,\Omega$
$\therefore$ AD বাহুতে $(15-10)\Omega$ বা, 5Ω শ্রেণিতে যুক্ত করতে হবে।
অর্থাৎ AD বাহুতে 10Ω এর সাথে আরো 5Ω শ্রেণিতে যুক্ত করতে হবে।

122. কোন যন্ত্রটি রোধ পরিমাপে ব্যবহৃত হয়? [CB'17][Ans: c]
(a) পটেনশিওমিটার (b) অ্যামিটার
(c) মিটার ব্রিজ (d) ভোল্টমিটার

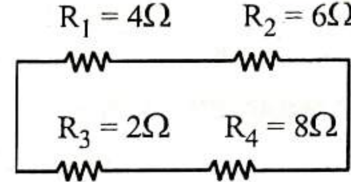
নিচের বর্তনী চিত্রটি হতে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



123. বর্তনীর মূলপ্রবাহ হল– [Din.B'17]
(a) 0.10 A (b) 0.15 A (c) 0.30 A (d) 1.5 A
সমাধান: (c); $I = \frac{1.5}{4+1} = 0.3A$

124. হারানো ভোল্ট ও প্রাপ্ত ভোল্টের অনুপাত হল– [Din.B'17]
(a) 1:2 (b) 1:4 (c) 1:6 (d) 1:8
সমাধান: (b); $\frac{\text{হারানো ভোল্ট}}{\text{প্রাপ্ত ভোল্ট}} = \frac{Ir}{IR} = \frac{r}{R} = \frac{1}{4} = 1:4$

125. [Din.B'17][Ans: c]



বর্তনীর তুল্য রোধ হল–
(a) 0.05Ω (b) 0.20Ω (c) 5.0Ω (d) 20Ω

◆ **MCQ: বিভিন্ন লেখকের মূল বইয়ের অনুশীলনীর প্রশ্ন ও সমাধান**

প্রফেসর মোহাম্মদ ইস্‌হাক স্যার

01. তাপের যান্ত্রিক সমতার একক হলো- [Ans: b]
(a) ক্যালরি/গ্রাম (b) জুল/ক্যালরি
(c) ক্যালরি/জুল (d) জুল-ক্যালরি

02. R ohm রোধবিশিষ্ট কোনো পরিবাহীর মধ্য দিয়ে i amp বিদ্যুৎ t সময় ধরে প্রবাহিত হলে উৎপন্ন তাপ হবে —
(a) $0.24\ i^2Rt$ Cal (b) Vi Joule [Ans: a]
(c) i^2R Joule (d) $\frac{V}{R}t$ Joule

03. তড়িচ্চালক শক্তির একক হলো- [Ans: b]
(a) জুল (b) ভোল্ট
(c) কুলম্ব (d) অ্যাম্পিয়ার

04. নিচের কোনটির রোধের উষ্ণতা সহগ ঋণাত্মক?
(a) তামা (b) পিতল
(c) অ্যালুমিনিয়াম (d) সিলিকন
সমাধান: (d); অর্ধপরিবাহীর রোধের উষ্ণতা সহগ (α) ঋণাত্মক হয়। যেমন: কার্বন, সিলিকন, জার্মেনিয়াম ইত্যাদি।

05. একটি 220V – 44W বাল্বের মধ্য দিয়ে কী পরিমাণ বিদ্যুৎ প্রবাহিত হবে?
(a) 0.2A (b) 0.5A (c) 2A (d) 5A
সমাধান: (a); $P = VI \therefore I = \frac{P}{V} = \frac{44}{220} = 0.2A$

06. কোনো বাল্বের ফিলামেন্টের রোধ 50 Ω। এর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য 200 V হলে, এর মধ্য দিয়ে কত তড়িৎ প্রবাহিত হবে?
(a) 2 A (b) 4 A (c) 6 A (d) 8 A
সমাধান: (b); $I = \frac{V}{R} = \frac{200}{50} = 4$

07. যদি নির্দিষ্ট পরিবাহীতে নির্দিষ্ট সময় ধরে তড়িৎ প্রবাহিত হয় তবে উৎপন্ন তাপের পরিমাণ হবে প্রবাহিত তড়িতের-নিচের কোনটি?
(a) বর্গের ব্যস্তানুপাতিক (b) ব্যস্তানুপাতিক
(c) সমানুপাতিক (d) বর্গের সমানুপাতিক
সমাধান: (d); বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রার সূত্র, $H \propto I^2$
[জুলের ১ম সূত্র]

08. 200Ω রোধের একটি বাল্বের ভেতর দিয়ে 0.5 A তড়িৎ প্রবাহিত হলে এর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য কত? [Ans: b]
(a) 200 V (b) 100 V
(c) 50 V (d) 20 V

09. নিচের কোন বিষয়ের উপর রোধ নির্ভর করে না?
(a) পরিবাহকের দৈর্ঘ্য (b) প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল
(c) উপাদান (d) তড়িৎ প্রবাহ
সমাধান: (d); $R = \rho\frac{l}{A}$, এখানে, l = পরিবাহীর দৈর্ঘ্য, A = প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, ρ = পরিবাহীর আপেক্ষিক রোধ।

10. কোষের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য —
(a) তড়িচ্চালক শক্তির চেয়ে কম হয়
(b) তড়িচ্চালক শক্তির চেয়ে বেশি হয়
(c) তড়িচ্চালক শক্তির সমান হয়
(d) নষ্ট ভোল্টের সমান হয়
সমাধান: (a); $E = V + Ir, V < E$

11. নষ্ট ভোল্ট (Ir)-এর মান — [Ans: a]
(a) $Ir = E - V$ (b) $Ir = E + V$
(c) $Ir = V - E$ (d) $Ir = \frac{E}{V}$

12. 1.5V তড়িচ্চালক বল ও 2Ω অভ্যন্তরীণ রোধের দুটি কোষকে সমান্তরালে রেখে বহির্বর্তনীর 2Ω রোধের সঙ্গে যুক্ত করা হলো। বহিবর্তনীতে প্রবাহ কত?

(a) $\frac{1}{3}$A (b) $\frac{1}{4}$A (c) $\frac{1}{2}$A (d) 1 A

সমাধান: (c); $I = \frac{V}{R+r} = \frac{1.5}{\left(\frac{1}{2}+\frac{1}{2}\right)^{-1}+2} = \frac{1.5}{3} = \frac{1}{2}A$

13. n সংখ্যক কোষের শ্রেণি সমবায় সূত্র হলো — **[Ans: b]**

(a) $i_s = \frac{E}{r+nR}$ (b) $i_s = \frac{nE}{nr+R}$

(c) $i_s = \frac{nE}{r+nR}$ (d) $i_s = \frac{nE}{r+R}$

14. গ্যালভানোমিটারের প্রবাহ শূন্য হয় যখন —

(a) $S = 0\Omega$ (b) $S = \infty\Omega$

(c) $S = 1\Omega$ (d) $S = 2\Omega$

সমাধান: (a); শান্টের রোধ শূন্য $S = 0\,\Omega$ হলে সকল বিদ্যুৎ প্রবাহ শান্টের মধ্যে দিয়ে যাবে অর্থাৎ গ্যালভানোমিটারের প্রবাহ শূন্য হবে। আবার শান্টের রোধ অসীম হলে সকল প্রবাহ গ্যালভানোমিটারের মধ্য দিয়ে যাবে অর্থাৎ শান্টের প্রবাহ শূন্য হবে।

15. একটি হুইটস্টোন ব্রীজের ১ম, ২য় ও ৩য় বাহুতে যথাক্রমে 4, 10 ও 16 ওহমের রোধ স্থাপন করে ৪র্থ বাহুতে কত রোধ স্থাপন করলে ব্রীজটি সাম্যাবস্থায় আসবে?

(a) 30 Ω (b) 50 Ω (c) 40 Ω (d) 60 Ω

সমাধান: (c); $\frac{P}{Q} = \frac{R}{S} \Rightarrow \frac{4}{10} = \frac{16}{S} \Rightarrow S = 40\,\Omega.$

16. কোনো পরিবাহীতে প্রবাহমাত্রা তিনগুণ করা হলে উৎপন্ন তাপের পরিমাণ কত গুণ হবে?

(a) $\frac{1}{9}$ গুণ (b) $\frac{1}{3}$ গুণ (c) 3 গুণ (d) 9 গুণ

সমাধান: (d); $H = I^2Rt;\ \therefore H \propto I^2$

17. যখন বহিস্থ বর্তনীতে কোনো তড়িৎ প্রবাহ থাকে না তখন তড়িৎ কোষের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য V এবং ঐ কোষের তড়িচ্চালক শক্তি E-এর কোন সম্পর্কটি সঠিক?

(a) $E = V$ (b) $E \propto L$ (c) $E > V$ (d) $E < V$

সমাধান: (a); $I = 0, E = V + Ir = V + 0 = V$

18. তড়িচ্চালক শক্তি ও বিভব পার্থক্য সংক্রান্ত নিম্নের কোন তথ্যটি সঠিক নয়? **[Ans: b]**

(a) তড়িচ্চালক শক্তি বর্তনীর রোধের উপর নির্ভর করে না

(b) বিভব পার্থক্য তড়িচ্চালক শক্তির উপর নির্ভরশীল নয়

(c) বিভব পার্থক্য ঘটে বর্তনীর দুই বিন্দুর মধ্যে

(d) বিভব পার্থক্য < তড়িচ্চালক শক্তি

19. কোন যন্ত্রের সাহায্যে আপেক্ষিক রোধ নির্ণয় করা হয়? **[Ans: d]**

(a) ক্যালরিমিটার (b) গ্যালভানোমিটার

(c) পোটেনশিওমিটার (d) মিটার ব্রীজ

20. সমান রোধবিশিষ্ট দুটি তামার তারের দৈর্ঘ্য যথাক্রমে 1m ও 9m। তার দুটির ব্যাসার্ধের অনুপাত হবে -

(a) 3: 1 (b) 1: 3 (c) 9: 1 (d) 1:9

সমাধান: (b); $\frac{L_1}{L_2} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 \Rightarrow \frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{1}{9}} = 1:3$

21. যদি R রোধবিশিষ্ট একটি তামার তারের দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ করা হয় তাহলে তার আপেক্ষিক রোধ হবে -

(a) দ্বিগুণ (b) এক-চতুর্থাংশ

(c) চারগুণ (d) একই

সমাধান: (d); তারের দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ করা হলেও আপেক্ষিক রোধ একই থাকবে কারণ আপেক্ষিক রোধ উপাদানের উপর নির্ভর করে।

22. 0°C তাপমাত্রায় একটি কয়েলের রোধ 2Ω এবং রোধের উষ্ণতা গুণাঙ্ক $\alpha = 0.004/°C$ হলে, 100°C তাপমাত্রায় কয়েলের রোধ হবে-

(a) 1.4 Ω (b) 0 Ω (c) 4 Ω (d) 2.8 Ω

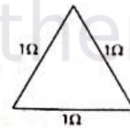
সমাধান: (d); $R = R_0(1 + \alpha \times t)$

$= 2(1 + 0.004 \times 100) = 2.8$

23. 3Ω রোধের একটি তারকে সমবাহু ত্রিভুজের আকারে বাঁকানো হলো। এর একটি বাহুর প্রান্তদ্বয়ের মধ্যবর্তী রোধের মান হবে?

(a) $\frac{2}{3}\Omega$ (b) $\frac{3}{2}\Omega$ (c) 1Ω (d) $\frac{7}{2}\Omega$

সমাধান: (a); সমবাহু ত্রিভুজ বানানো হলে প্রত্যেক বাহুর মধ্যবর্তী রোধ হয় 1Ω।



$R_s = 1 + 1 = 2$

$\frac{1}{R} = \frac{1}{2} + 1 = \frac{3}{2} \therefore R = \frac{2}{3}$

24. একটি 40W ও একটি 60W বাতিকে শ্রেণি সমবায়ে সাজানো হলে, কোন বাতিটি বেশি উজ্জ্বল আলো দিবে?

(a) 40 W বাতি (b) 60 W বাতি

(c) দুটির ঔজ্জ্বল্য সমান

(d) সাপ্লাইয়ের ভোল্টেজের উপর নির্ভর করবে

সমাধান: (a); শ্রেণি সমবায়ে বেশি ওয়াট কম আলো। সমান্তরাল সমবায়ে বেশি ওয়াট বেশি আলো।

25. একটি বৈদ্যুতিক হিটার 220 ভোল্ট সরবরাহ লাইন থেকে 255 mA বিদ্যুৎ গ্রহণ করে। হিটারটি 700 ঘণ্টা ব্যবহার করলে কত শক্তি ব্যয় হবে?
(a) 39.27 kWh (b) 50 kWh
(c) 75.2 kWh (d) 29.25 kWh
সমাধান: (a); $W = VIt = 220 \times 255 \times 10^{-3} \times 700$
$= 39270\ Wh = 39.27\ kWh.$

26. কোনো বাড়ির প্রধান মিটারে 6A – 220 volt লেখা আছে। 90 watt-এর কতগুলি বাল্ব নিরাপদে ব্যবহার করা যাবে?
(a) 14 (b) 22 (c) 33 (d) 18
সমাধান: (a); $n = \frac{P'}{P} = \frac{VI}{P} = \frac{220\times6}{90} = 14.67$
সুতরাং, 14 টি বাল্ব নিরাপদে ব্যবহার করা যাবে।

27. একটি অজানা রোধের সঙ্গে একটি 3Ω রোধ সমান্তরালে যুক্ত করলে তুল্য রোধ কত হবে? [Ans: b]
(a) 3Ω- এর বেশি (b) 3Ω- এর কম
(c) 3Ω- এর সমান (d) অজানা রোধের সমান

28. একটি অ্যামিটারের অভ্যন্তরীণ রোধ 1.5Ω এবং এটি সর্বোচ্চ 0.3A পর্যন্ত প্রবাহ মাপতে পারে। এর সাহায্যে 2.0A পর্যন্ত প্রবাহ মাপতে কত রোধের শান্ট দরকার?
(a) 0.234Ω (b) 0.222Ω
(c) 0.254Ω (d) 0.264Ω
সমাধান: (d); $n = \frac{2}{0.3} = 6.67 \therefore S = \frac{r}{n-1} = \frac{1.5}{6.67-1}$
$= 0.264\Omega.$

29. 12 V তড়িচ্চালক শক্তি এবং 0.1Ω অভ্যন্তরীণ রোধের একটি ব্যাটারিকে একটি বৈদ্যুতিক মোটরের সঙ্গে সংযুক্ত করলে ব্যাটারির প্রান্তদ্বয়ের বিভব পার্থক্য দাঁড়ায় 7.0 V। মোটরে সরবরাহকৃত কারেন্টের মান কত?
(a) 50 A (b) 70 A (c) 120 A (d) 190 A
সমাধান: (a); অবশিষ্ট তড়িচ্চালক শক্তি
$= (12 - 7) = 5\ V \therefore I = \frac{E'}{r} = \frac{5}{0.1} = 50\ A$

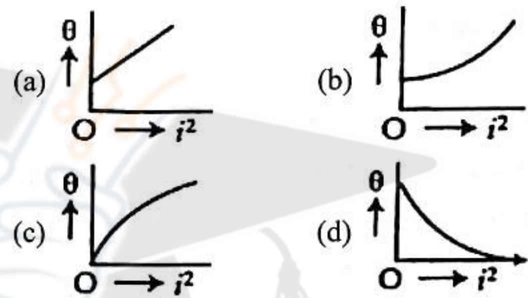
30. একটি নলাকার তামার তারের রোধ R। আয়তন সমান রেখে তারটির দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ করা হলে পরিবর্তিত রোধ কত?
(a) 2R (b) 4R (c) 8R (d) R/2
সমাধান: (b); আয়তন সমান রেখে বা তারকে টেনে দৈর্ঘ্য X গুণ করলে, $R' = x^2R$

31. যদি 5A তড়িৎ 3 ঘণ্টা ধরে একটি বাতির মধ্যে দিয়ে প্রবাহিত হয় তাহলে ঐ বাতির মধ্য দিয়ে প্রবাহিত চার্জের মান—
(a) $3.6 \times 10^4 C$ (b) $5.4 \times 10^4 C$
(c) $1.4 \times 10^3 C$ (d) $3.6 \times 10^6 C$
সমাধান: (b); $q = It = 5 \times 3 \times 3600 = 5.4 \times 10^4 C$

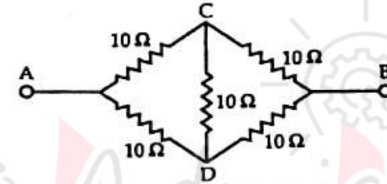
32. 5Ω রোধকের মধ্য দিয়ে প্রতি মিনিটে 720 C চার্জ প্রবাহিত হলে রোধকের প্রান্তদ্বয়ের বিভব পার্থক্য কত হবে?
(a) 6 V (b) 12 V (c) 48 V (d) 60 V
সমাধান: (d); $I = \frac{q}{t} = \frac{720}{60} = 12A$
$\therefore V = IR = 12\times5 = 60V.$

33. কির্শফের সূত্র হলো- [Ans: b]
(i) $\Sigma ir = \epsilon$ (ii) $\Sigma ir = 0$ (iii) $\Sigma i = 0$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

34. পানিতে i প্রবাহ t সময় ধরে চালনা করলে পানির তাপমাত্রা θ হয়। নিচের কোন লেখচিত্র ইহা প্রকাশ করে? [Ans: a]



35. চিত্রের বর্তনীর A ও B বিন্দুর মধ্যে কার্যকর রোধ কত হবে?



(a) 10Ω (b) 20Ω (c) 40Ω (d) 50Ω
সমাধান: (a); C ও D প্রান্তে বিভব পার্থক্য সমান, তাই C ও D এর মধ্য দিয়ে কারেন্ট I যাবে না।
$\therefore$ A ও B মধ্যে রোধ হবে $= \left(\frac{1}{10+10} + \frac{1}{10+10}\right)^{-1} = 10\ \Omega$

ড. শাহজাহান তপন স্যার

01. 0°C তাপমাত্রার একক রোধের কোনো পরিবাহীর তাপমাত্রা প্রতি একক বৃদ্ধিতে তার রোধের যে বৃদ্ধি ঘটে তাকে ঐ পরিবাহীর উপাদানের কী বলে? [Ans: c]
(a) আপেক্ষিক রোধ (b) রোধাঙ্ক
(c) রোধের উষ্ণতা সহগ (d) পরিবাহিতা সহগ

02. "তড়িৎ বর্তনীর কোনো সংযোগ বিন্দুতে মিলিত প্রবাহগুলোর বীজগাণিতিক সমষ্টি শূন্য" – এই সূত্রটি কে প্রদান করেন? [Ans: c]
(a) ও'ম (b) ভোল্ট (c) কির্শফ (d) অ্যাম্পিয়ার

03. 100Ω রোধের একটি গ্যালভানোমিটার 10 mA বিদ্যুৎ প্রবাহ নিরাপদে গ্রহণ করতে পারে। 10 A বিদ্যুৎ প্রবাহ পরিমাপের জন্য কত রোধের শান্ট ব্যবহার করা দরকার?
(a) 1Ω (b) 0.5Ω (c) 0.1Ω (d) 2Ω
সমাধান: (c); $s = \frac{R}{n-1} = \frac{100}{10^3-1} = 0.1\Omega$.

04. নিচের কোন সূত্র ব্যবহার করে হুইটস্টোন ব্রিজ নীতি প্রতিপাদন করা যায়? [Ans: b]
(a) কুলম্বের সূত্র (b) কির্শফের সূত্র
(c) অ্যাম্পিয়ারের সূত্র (d) ফ্যারাডের সূত্র

05. কোনো বাল্বের ফিলামেন্টের রোধ 50 Ω এবং এর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য 250 V হলে, এর মধ্য দিয়ে কত তড়িৎ প্রবাহিত হবে?
(a) 2 A (b) 4 A (c) 5 A (d) 8 A
সমাধান: (c); $I = \frac{V}{R} = \frac{250}{50} = 5A$.

06. V বিভব পার্থক্যবিশিষ্ট কোনো পরিবাহীর ভেতর দিয়ে t সময় ধরে Q পরিমাণ আধান পরিবাহিত হলে তড়িৎ ক্ষমতা নিচের কোনটি হবে? [Ans: d]
(a) V Q t (b) $\frac{V}{Qt}$ (c) VQ (d) $\frac{VQ}{t}$

07. বৃত্তাকার প্রস্থচ্ছেদের কোনো পরিবাহীর ব্যাসার্ধ অর্ধেক করা হলে, রোধ হবে–
(a) এক-চতুর্থাংশ (b) অর্ধেক
(c) দ্বিগুণ (d) চারগুণ
সমাধান: (d); $R \propto \frac{1}{A}$ আবার, $A \propto r^2$
$\therefore R \propto \frac{1}{r^2} \Rightarrow R \propto \frac{1}{\left(\frac{1}{2}\right)^2} = 4$ গুণ.

08. নিচের কোন যন্ত্রের সাহায্যে রোধ পরিমাপ করা হয়?
(a) মিটার ব্রিজ (b) পটেনশিওমিটার [Ans: a]
(c) অ্যামিটার (d) ভোল্টমিটার

09. বিদ্যুৎ প্রবাহের ফলে তাপ উৎপন্নের ক্ষেত্রে জুলের প্রবাহকালের সূত্রের রূপ কোনটি? [Ans: c]
(a) $H \propto I^2$ (b) $H \propto R$
(c) $H \propto t$ (d) $H \propto t^2$

10. কোনটি সত্য? [Ans: c]
(a) $V = I/R$ (b) $V = QC$
(c) $P = V^2/R$ (d) সবগুলোই

11. একটি বৈদ্যুতিক বাতি, পাখা ও হিটারের গায়ে যথাক্রমে 100 W – 230 V, 80 W – 230 V এবং 1 kW – 230 V লেখা আছে। কোনটির রোধ সবচেয়ে কম?
(a) বাতি (b) পাখা
(c) হিটার (d) কোনোটিরই নয়
সমাধান: (c); বাতি, $R_1 = \frac{V_1^2}{P_1} = \frac{(230)^2}{100} = 529\Omega$
পাখা, $R_2 = \frac{(230)^2}{80} = 661.25\Omega$
হিটার, $R_3 = \frac{(230)^2}{1000} = 52.9\Omega$
∴ হিটারের রোধ সবচেয়ে কম।

12. 8 Ω রোধের একটি তারকে সমান 4টি খণ্ডে বিভক্ত করে সমান্তরাল সমবায়ে সংযুক্ত করা হলো। তুল্যরোধ কত হবে?
(a) 0.2 Ω (b) 0.5 Ω [Ans: b]
(c) 2 Ω (d) 4 Ω

13. একই উপাদানের দুটি তারের দৈর্ঘ্যের অনুপাত 1:2। যদি একটির আপেক্ষিক রোধ 1 Ω m হয়, তাহলে অন্যটির আপেক্ষিক রোধ কত? [Ans: b]
(a) 0.5 Ω m (b) 1 Ω m
(c) 2 Ω m (d) 4 Ω m

14. দুটি 25 W এবং 100 W বৈদ্যুতিক বাল্বকে অনুক্রমিক সমবায়ে যুক্ত করে তড়িৎ সংযোগ দেওয়া হলো। তাহলে-
(a) 100 W বাল্ব উজ্জ্বলতরভাবে জ্বলবে [Ans: b]
(b) 25 W বাল্ব উজ্জ্বলতরভাবে জ্বলবে
(c) উভয় বাল্ব সমান উজ্জ্বলতায় জ্বলবে
(d) উপরের কোনোটিই নয়

15. একটি হুইটস্টোন ব্রিজের চারটি বাহুতে যথাক্রমে 8 Ω, 12 Ω, 16Ω এবং 20 Ω রোধ যুক্ত আছে। চতুর্থ বাহুতে আর কত মানের একটি রোধ শ্রেণিতে যুক্ত করলে ব্রিজটি সাম্যাবস্থায় আসবে?
(a) 4 Ω (b) 8 Ω (c) 12 Ω (d) 16 Ω
সমাধান: (a); $\frac{P}{Q} = \frac{R}{S} \Rightarrow S = \frac{Q \times R}{P} = \frac{12 \times 16}{8} = 24\Omega$
∴ অতিরিক্ত সংযোজন করতে হবে $(24 - 20) = 4\Omega$.

16. একটি 1200 ওয়াট হিটারকে 120 V লাইনে 1 ঘণ্টার জন্য সংযুক্ত করা হলে ঐ হিটারে কী পরিমাণ বিদ্যুৎ প্রবাহ চলবে?
(a) 5 A (b) 10 A (c) 100 A (d) 20 A
সমাধান: (b); $P = VI; \Rightarrow I = \frac{P}{V} = \frac{1200}{120} = 10$ A.

17. সাম্যাবস্থায় কোনো হুইটস্টোন ব্রিজের গ্যালভানোমিটার প্রবাহের মান- [Ans: b]
(a) সর্বোচ্চ (b) শূন্য
(c) মূল প্রবাহের সমান (d) অসীম

18. একটি মিটার ব্রিজের বাম ও ডান ফাঁকে যথাক্রমে 2Ω ও 3Ω রোধ যুক্ত করলে বাম প্রান্ত হতে কত দূরে সাম্যাবস্থা পাওয়া যাবে?
(a) 25 cm (b) 50 cm (c) 40 cm (d) 100 cm

সমাধান: (c); $\frac{P}{Q} = \frac{l}{100-l} \Rightarrow \frac{2}{3} = \frac{l}{100-l} \Rightarrow l = 40$ cm

19. একটি ইলেকট্রিক মোটরের ক্ষমতা $\frac{1}{8}$ অশ্বক্ষমতা। যখন এটিকে 220 V সরবরাহ লাইনের সাথে সংযোগ দেওয়া হয় তখন এর মধ্য দিয়ে কত বিদ্যুৎ প্রবাহিত হবে?
(a) 0.424 A (b) 0.212 A
(c) 0.244 A (d) 0.122 A
সমাধান: (a); $P = VI \therefore I = \frac{P}{V} = \frac{746}{8\times220} = 0.424$ A.

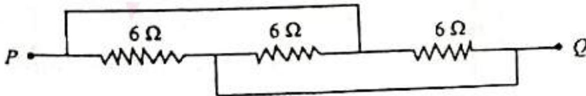
20. একটি তারকে দুই ভাগে ভাগ করলে-
(a) রোধ একই থাকে
(b) আপেক্ষিক রোধ একই থাকে
(c) রোধ আপেক্ষিক রোধের অর্ধেক হয়
(d) বৈদ্যুতিক গুণাবলি নষ্ট হয়ে যায়
সমাধান: (b); আপেক্ষিক রোধ উপাদানের উপর নির্ভর করে।

21. নিচের কোনটি সঠিক নয়? [Ans: d]
(a) $C_p = C_1 + C_2$ (b) $\frac{1}{C_s} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$
(c) $R_s = R_1 + R_2$ (d) $R_p = R_1 + R_2$

22. পরিবাহীর প্রস্থচ্ছেদের একক ক্ষেত্রফলের মধ্যদিয়ে প্রবাহিত তড়িৎ প্রবাহকে কী বলে?
(a) প্রবাহ ঘনত্ব (b) চৌম্বক বল
(c) লরেঞ্জ বল (d) কোনোটিই নয়
সমাধান: (a); প্রবাহ ঘনত্ব, $j = \frac{I}{A} = nve$

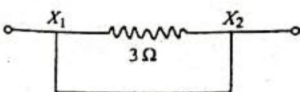
23. সহজে পানি গরম করতে হলে- [Ans: b]
(a) বেশি বিদ্যুৎ কম রোধক তারের মধ্য দিয়ে পাঠাতে হবে
(b) বেশি বিদ্যুৎ বেশি রোধক তারের মধ্য দিয়ে পাঠাতে হবে
(c) কম বিদ্যুৎ বেশি রোধক তারের মধ্য দিয়ে পাঠাতে হবে
(d) বেশি বিদ্যুৎ বেশি সুপরিবাহী তারের মধ্য দিয়ে পাঠাতে হবে

24. নিচের বর্তনীর তুল্যরোধ কত হবে? [Ans: a]



(a) 2Ω (b) 0Ω (c) 12Ω (d) 18Ω

25. X_1 ও X_2 পয়েন্টের মধ্যে তুল্যরোধ- [Ans: b]



(a) 3Ω (b) 0Ω
(c) 30Ω (d) কোনোটিই নয়

ড. তফাজ্জল হোসেন স্যার

01. চার্জ প্রবাহের হারকে বলা হয় – [Ans: b]
(a) তড়িৎ বিভব (b) তড়িৎ প্রবাহ
(c) তড়িৎ পরিবাহিতা (d) তড়িৎ প্রাবল্য

02. তড়িৎ বিভব ও তড়িৎ প্রবাহের মধ্যে সম্পর্ক আবিষ্কার করেন- [Ans: d]
(a) নিউটন (b) অ্যাম্পিয়ার (c) ভোল্ট (d) ওহম

03. নিচের কোন যন্ত্র ওহমের সূত্র প্রমাণের পরীক্ষায় ব্যবহৃত হয় না? [Ans: c]
(a) ভোল্টমিটার (b) অ্যামিটার
(c) গ্যালভানোমিটার (d) রিওস্ট্যাট

04. ওহমের সূত্রানুসারে — [Ans: a]
(a) বিভব বৃদ্ধির সাথে তড়িৎ প্রবাহমাত্রা বৃদ্ধি পায়
(b) তড়িৎ প্রবাহ বৃদ্ধির সাথে রোধ বৃদ্ধি পায়
(c) বিভব বৃদ্ধির সাথে রোধ বৃদ্ধি পায়
(d) বিভব বৃদ্ধির সাথে রোধ ও তড়িৎ প্রবাহমাত্রা উভয়ই বৃদ্ধি পায়

05. পরিবাহীর রোধ ব্যস্তানুপাতিক নিচের কোন রাশির সাথে?
(a) প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল (b) দৈর্ঘ্য
(c) আপেক্ষিক রোধ (d) ঘনত্ব
সমাধান: (a); $R = \rho\frac{L}{A}$

06. তারের আপেক্ষিক রোধ নির্ভর করে —
(a) দৈর্ঘ্যের উপর
(b) প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলের উপর
(c) উপাদানের উপর (d) ঘনত্বের উপর
সমাধান: (c); তারের আপেক্ষিক রোধ উপাদান ও তাপমাত্রার উপর নির্ভর করে।

07. R ohm বিশিষ্ট n সংখ্যক রোধ সমান্তরালে যুক্ত হলে যদি তুল্যরোধ হয় x, যখন এই n সংখ্যক রোধ শ্রেণিতে সংযুক্ত করা হয়, তুল্যরোধ হবে — [Ans: d]
(a) nx (b) $\frac{x}{n}$ (c) x^2n (d) n^2x

08. নিচের কোনটি watt এর সমতুল্য নয়? [Ans: c]
(a) Joule/sec (b) Amperes × volts
(c) Amperes/volt (d) $(\text{ampere})^2 \times$ ohm

09. 6A তড়িৎ প্রবাহমাত্রা হল- [Ans: b]
(a) 6 J/C (b) 6 C/s (c) 6 W/s (d) 6 V/c

10. একটি সার্কিটে 4 ohm ও 6 ohm রোধ বিশিষ্ট দুটি রোধ সমান্তরালে আছে — নিচের কোনটি সঠিক? **[Ans: c]**
(a) দুটি রোধে তড়িৎ প্রবাহমাত্রা সমান
(b) 6 ohm রোধের মধ্য দিয়ে বেশি তড়িৎ প্রবাহ প্রবাহিত হবে
(c) উভয়ের দুই প্রান্তে বিভব পার্থক্য সমান
(d) 5 রোধের পরিবাহকত্ব কম

11. একটি ব্যাটারিতে E e.m.f বিশিষ্ট চারটি কোষ সমান্তরালে যুক্ত করা হল। ব্যাটারীর তুল্য e.m.f. কত?
(a) 4E (b) $\frac{E}{4}$ (c) E (d) শূন্য
সমাধান: (c); কতগুলো সমান e.m.f বিশিষ্ট কোষ সমান্তরালে যুক্ত করলে সমবায়ের রোধ যে কেনো একটি কোষের e.m.f এর সমান হয়।

12. R_1 রোধ বিশিষ্ট একটি তারকে সমান পাঁচ টুকরা করা হল। এই পাঁচ টুকরা সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত করা হলে রোধ যদি R_2 হয়। R_1 ও R_2 এর অনুপাত কী হবে? **[Ans: d]**
(a) $\frac{R_1}{R_2} = \frac{1}{25}$ (b) $\frac{R_1}{R_2} = 5$
(c) $\frac{R_1}{R_2} = \frac{1}{5}$ (d) $\frac{R_1}{R_2} = 25$

13. x ohm রোধ বিশিষ্ট একটি তারের মধ্য দিয়ে 'y' sec সময় 'z' A তড়িৎ প্রবাহ হলে উৎপন্ন তাপের পরিমাণ —
(a) x^2yz (b) y^2xz (c) z^2xy (d) xyz
সমাধান: (c); বিজ্ঞানী জুলের সূত্র, $H = I^2RT = Z^2XY$

14. Kilo Watt hour (kwh) কীসের একক? **[Ans: b]**
(a) ক্ষমতার একক (b) শক্তির একক
(c) সময়ের একক (d) বৈদ্যুতিক রোধের একক

15. একটি বাল্বের গায়ে লেখা আছে '220V – 60W' বাল্বটির মধ্য দিয়ে প্রবাহিত তড়িৎ প্রবাহ–
(a) $\frac{3}{11}$ A (b) $\frac{11}{3}$ A (c) 60 A (d) $\frac{1}{60}$ A
সমাধান: (a); $= \frac{P}{V} = \frac{60}{220} = \frac{3}{11}$A.

16. দুটি সমান রোধের ক্ষেত্রে শ্রেণি তুল্য রোধ সমান্তরাল তুল্যরোধের কত গুণ?
(a) 4 গুণ (b) 2 গুণ (c) $\frac{1}{4}$ গুণ (d) $\frac{1}{2}$ গুণ
সমাধান: (a); $R_s = R + R = 2R \Rightarrow \frac{1}{R_p} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R}$
$\therefore R_p = \frac{R}{2} \therefore \frac{\text{শ্রেণি}}{\text{সমান্তরাল}} = \frac{2R}{\frac{R}{2}} = 4$ গুণ হবে।

17. পটেনশিওমিটারের সাহায্যে সম্ভব- **[Ans: b]**
(i) একটি বিদ্যুৎ কোষের তড়িৎ চালক শক্তি নির্ণয়
(ii) একটি বিদ্যুৎ কোষের অভ্যন্তরীণ রোধ নির্ণয়
(iii) দুটি বিদ্যুৎ কোষের বিভব পার্থক্যের তুলনা করা
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) i, ii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

18. একটি তারকে দুই ভাগ করা হলে- **[Ans: c]**
(i) রোধ একই থাকে (ii) উপাদান একই থাকে
(iii) আপেক্ষিক রোধ একই থাকে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) i, ii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

নিচের উদ্দীপকটির আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
একটি বৈদ্যুতিক বাতির রোধ 400 ohm. একে 200 volt সরবরাহ লাইনের সাথে যুক্ত করা হয়। প্রতি ইউনিটের মূল্য 1.00 টাকা।

19. বাতির মধ্য দিয়ে প্রবাহিত তড়িৎ প্রবাহ মাত্রা- **[Ans: c]**
(a) 2 amp (b) 0.2 amp (c) 0.5 amp (d) 5 amp

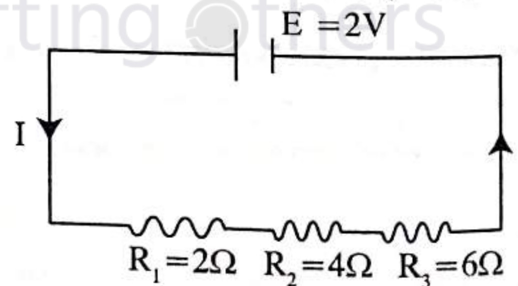
20. বাতিটি 10 ঘণ্টা ব্যবহৃত হলে কত খরচ পড়বে? **[Ans: b]**
(a) 10 টাকা (b) 1 টাকা (c) 100 টাকা (d) 0.50 টাকা

নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
একটি বৈদ্যুতিক বাল্বের গায়ে লেখা আছে 240V- 60W।

21. বৈদ্যুতিক বাতির মধ্য দিয়ে প্রবাহিত তড়িৎ প্রবাহ মাত্রা- **[Ans: c]**
(a) 4A (b) 0.4A (c) 0.25A (d) 2.5A

22. বাতিটির রোধ- **[Ans: c]**
(a) 6 ohm (b) 60 ohm
(c) 960 ohm (d) 96 ohm

চিত্রে প্রদত্ত তথ্যের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



23. বর্তনীতে তড়িৎ প্রবাহ মাত্রা হবে- **[Ans: b]**
(a) 1.6A (b) 0.16 A (c) 0.12A (d) 0.2A

24. মধ্যবর্তী রোধকের প্রান্তদ্বয়ের বিভব পার্থক্য হবে- **[Ans: b]**
(a) 0.5 V (b) 0.64 V (c) 6.4 V (d) 2V

◆ MCQ: সম্ভাব্য নমুনা প্রশ্ন ও সমাধান

01. কোন ক্ষেত্রে ওহমের সূত্র ব্যবহার করা যায় না? **[Ans: c]**
(a) এসি বর্তনী (b) পরিবাহী পদার্থ
(c) অর্ধপরিবাহী পদার্থ (d) ডিসি বর্তনী

02. মিটার ব্রিজ নিচের কোনটির ভিত্তিতে কাজ করে? **[Ans: b]**
(a) অ্যাম্পিয়ারের সূত্র (b) হুইটস্টোন ব্রিজ নীতি
(c) ফার্মাটের নীতি (d) কির্শফের সূত্র

03. নিচের কোন পদার্থটির রোধের উষ্ণতা সহগের মান ঋণাত্মক? **[Ans: d]**
(a) তামা (b) পিতল
(c) অ্যালুমিনিয়াম (d) সিলিকন

04. অপরিবাহীর ক্ষেত্রে তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে চার্জের প্রবাহের হার- **[Ans: b]**
(a) কমতে থাকে (b) বৃদ্ধি পায়
(c) অপরিবর্তিত থাকে
(d) কখনো কমে আবার কখনো বৃদ্ধি পায়

05. "তড়িৎ বর্তনীর কোনো সংযোগ বিন্দুতে মিলিত প্রবাহগুলোর বীজগাণিতিক সমষ্টি শূন্য"- এই সূত্রটি কে প্রদান করেন? **[Ans: c]**
(a) ও'ম (b) ভোল্ট (c) কির্শফ (d) অ্যাম্পিয়ার

06. কোষের অভ্যন্তরীণ রোধের ভেতর দিয়ে প্রবাহ চালনার জন্য কিছু ভোল্ট বহিঃবর্তনীতে কোনো কাজে আসে না – একে বলা হয়- **[Ans: b]**
(a) প্রান্তীয় বিভব পার্থক্য (b) নষ্ট ভোল্ট
(c) প্রাপ্ত ভোল্ট (d) তড়িচ্চালক শক্তি

07. তোমার বাসায় মিটারে 6A-220V লেখা আছে। 60W এর কতটি বাল্ব নিরাপদে ব্যবহার করা সম্ভব?
(a) 12 (b) 14 (c) 18 (d) 22
সমাধান: **(d)**; $P = VI = 1320 \therefore n = \frac{1320}{60} = 22$

08. 6Ω রোধের একটি তারকে টেনে দ্বিগুণ বৃদ্ধি করা হলো। তারটির বর্তমান রোধ কত?
(a) 24Ω (b) 26Ω (c) 28Ω (d) 54Ω
সমাধান: **(a)**; $n^2R = 2^2 \times 6\Omega = 24\Omega$

09. অ্যালুমিনিয়ামের রোধের উষ্ণতা গুণাঙ্ক কত? **[Ans: c]**
(a) $1.65 \times 10^{-3}(°C)^{-1}$ (b) $3.25 \times 10^{-3}(°C)^{-1}$
(c) $3.9 \times 10^{-3}(°C)^{-1}$ (d) $4.5 \times 10^{-3}(°C)^{-1}$

10. একটি ধাতব রোধের উষ্ণতা 10°C থেকে 110°C পর্যন্ত বৃদ্ধি পেলে এর রোধ 10% বাড়ে। ধাতুটির রোধের উষ্ণতা গুণাঙ্ক-
(a) $0.02°C^{-1}$ (b) $0.01°C^{-1}$
(c) $0.002°C^{-1}$ (d) $0.001°C^{-1}$
সমাধান: **(d)**; $R_{10} = R_0(1 + 10\alpha), R_{110} = R_0(1 + 110\alpha) \Rightarrow \frac{R_{110}}{R_{10}} = \frac{1+110\alpha}{1+10\alpha} = \frac{110}{100}$
$\Rightarrow \alpha = 0.001°c^{-1}$

11. চারটি রোধ যার প্রত্যেকটির মান π তাদের সমান্তরালে যুক্ত করলে তুল্য রোধ হয় x। যদি তাদের শ্রেণিতে সংযুক্ত করা হয় সেক্ষেত্রে তুল্য রোধ কত হবে? **[Ans: d]**
(a) 4x (b) 4πx (c) $\frac{x}{4}$ (d) 16x

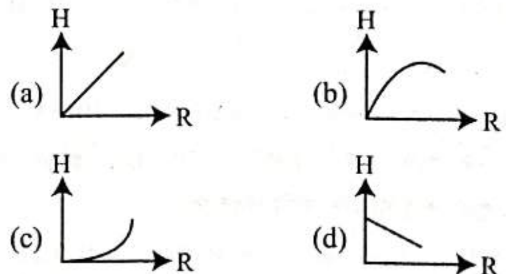
12. একটি মিটার ব্রিজের বাম ফাঁকে 8Ω এবং ডান ফাঁকে 10Ω সংযুক্ত করা হলো। বাম প্রান্ত হতে কত দূরে সাম্য বিন্দু পাওয়া যাবে?
(a) 22.22 cm (b) 44.44 cm
(c) 11.11 cm (d) 66.66 cm
সমাধান: **(b)**; $\frac{P}{Q} = \frac{l}{100-l} \Rightarrow \frac{8}{10} = \frac{l}{100-l}$
$\Rightarrow l = 44.44$ cm

13. নিচের বর্তনীর A ও B প্রান্তদ্বয়ের মধ্যবর্তী তুল্য রোধ কত?
A 1Ω 1Ω 2Ω 2Ω 1Ω B 1Ω 1Ω
(a) 3Ω (b) 3.5Ω (c) 4.5Ω (d) 6Ω
সমাধান: **(a)**; $R_{AB} = 1 + 1 + (2 \parallel (1 + (2 \parallel (1 + 1)) = 2 + (2 \parallel (1 + 1)) = 3\Omega$

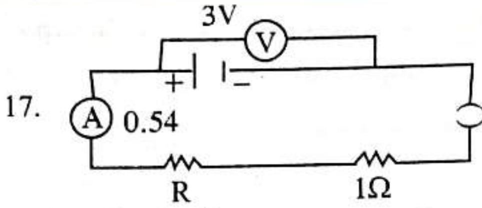
14. একটি বৈদ্যুতিক হিটারের মধ্য দিয়ে 10A তড়িৎ প্রবাহ চলছে। পাঁচ মিনিট ধরে তড়িৎ প্রবাহিত হলে হিটারের মধ্য দিয়ে কী পরিমাণ চার্জ প্রবাহিত হবে?
(a) 0.5C (b) 2C (c) 50C (d) 3000C
সমাধান: **(d)**; $Q = It = 10 \times 5 \times 60 = 3000C$

15. একটি 220V-44W বাল্বের মধ্যদিয়ে কী পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহিত হবে?
(a) 0.2A (b) 0.5A (c) 2A (d) 5A
সমাধান: **(a)**; $P = VI \Rightarrow I = \frac{P}{V} = \frac{44}{220} = 0.2A$

16. বিভিন্ন মানের রোধের সাথে সাথে পরিবাহীতে উৎপন্ন তাপের সম্পর্ক কোনটি?



সমাধান: **(a)**; $H = I^2Rt \Rightarrow H \propto R$

17. 

বর্তনীর নির্দেশিত R এর মান কত?
(a) 3.5Ω (b) 4.55Ω (c) 5Ω (d) 6Ω
সমাধান: (b); $V = I \times (R + 1)$
$\Rightarrow 3 = 0.54 \times (R + 1) \Rightarrow R = 4.55\Omega$

18. কার্শফের সূত্র হলো- **[Ans: b]**
(i) $\sum IR = \sum E$ (ii) $\sum r = 0$ (iii) $\sum i = 0$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

19. তাড়ন বেগ ও প্রবাহ ঘনত্বের মধ্যে সম্পর্ক– **[Ans: c]**
(a) $v = \frac{JA}{neI}$ (b) $v = \frac{i}{nAe}$ (c) $v = \frac{J}{ne}$ (d) $v = \frac{JA}{ne}$

20. সমান রোধ বিশিষ্ট দুটি তামার তারের দৈর্ঘ্য যথাক্রমে 1m ও 9m। তার দুটির ব্যাসার্ধের অনুপাত কত হবে?
(a) 1.9 (b) 9: 1 (c) 3: 1 (d) 1: 3
সমাধান: (d); $\frac{R_2}{R_1} = \frac{L_2}{L_1} \times \frac{A_1}{A_2} = \frac{L_2}{L_1} \times \frac{\pi r_1^2}{\pi r_2^2}$
$\Rightarrow \frac{r_2}{r_1} = \left(\frac{L_2}{L_1}\right)^{\frac{1}{2}} = 1: 3$

21. কোনো জাংশনে কির্শফের তড়িৎ সূত্র কোন সংরক্ষণের সূত্র আলোচনা করে? **[Ans: a]**
(a) চার্জ (b) শক্তি (c) ভরবেগ (d) সবগুলো

22. রোধের তাপমাত্রা গুণাঙ্কের একক কী? **[Ans: a]**
(a) K^{-1} (b) ΩK^{-1} (c) ΩK (d) $\Omega^{-1}K$

23. তাপমাত্রা পরিবর্তিত হলে- **[Ans: b]**
(i) পরিবাহকের রোধ তার তাপমাত্রার উপর নির্ভরশীল
(ii) পরিবাহকের রোধ তার তাপমাত্রার বর্গমূলের সমানুপাতিক
(iii) তাপমাত্রা বাড়লে পরিবাহকের রোধ বাড়ে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

24. যন্ত্রের রোধ কত?
(a) 30.4 Ω (b) 32.4Ω (c) 35.4Ω (d) 40.4Ω
সমাধান: (b); $P = \frac{V^2}{R} \therefore R = \frac{V^2}{P} = 32.4\Omega$

25. 100Ω রোধের একটি গ্যালভানোমিটার 10mA তড়িৎ প্রবাহ নিরাপদে গ্রহণ করতে পারে।10A তড়িৎ প্রবাহ মাপার জন্য কত মানের সান্ট দরকার?
(a) 0.4Ω (b) 0.3Ω (c) 0.2Ω (d) 0.1Ω
সমাধান: (d); $S = \frac{i_g \times G}{i - i_g} = 0.1\Omega$

26. 1amp প্রবাহমাত্রা সৃষ্টির জন্য প্রতি সেকেন্ডে ইলেকট্রন প্রবাহের সংখ্যা–
(a) 6.25×10^{15} (b) 6.25×10^{16}
(c) 6.25×10^{18} (d) 6.25×10^{21}
সমাধান: (c); $I = \frac{nq}{t} = \frac{n \times 1.6 \times 10^{-19}}{1s}$
$\therefore n = 6.25 \times 10^{18}$

27. বিভব পার্থক্য অপরিবর্তিত রেখে রোধ দ্বিগুণ করলে তড়িৎ প্রবাহের পরিবর্তন কেমন হবে? **[Ans: c]**
(a) দ্বিগুণ হবে (b) চারগুণ হবে
(c) অর্ধেক হবে (d) এক-চতুর্থাংশ হবে

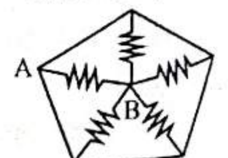
28. রোধের দৈর্ঘ্যের সূত্রানুসারে নিচের কোনটি সঠিক?
(a) $R \propto \frac{L}{A}$ (b) $R \propto L$ (c) $R \propto L^2$ (d) $R \propto \frac{L^2}{A}$
সমাধান: (b); $R = \frac{\rho L}{A}$

29. তড়িৎ প্রবাহের ফলে কোনো পরিবাহীর ভিতরে যে তাপ উৎপন্ন হয় তা নির্ভর করে-
(i) পরিবাহীর দৈর্ঘ্যের উপর (ii) পরিবাহীর রোধের উপর
(iii) তড়িৎ প্রবাহমাত্রার উপর
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii
সমাধান: (b); $H = I^2Rt$

30. R R R ; বর্তনীটির তুল্য রোধ কত?
(a) 3R (b) $\frac{1}{3}R$ (c) $\frac{2R}{3}$ (d) $\frac{3}{2}R$
সমাধান: (c); R, R R $\Rightarrow$ R, 2R
$\Rightarrow$ 2/3 R

31. তড়িচ্চালক শক্তির একক হলো- **[Ans: c]**
(a) জুল (b) কুলম্ব (c) ভোল্ট (d) অ্যাম্পিয়ার

32. একটি 60watt- এর বাতি 40 মিনিট ধরে জ্বললে বাতিটির ব্যয়িত শক্তি —
(a) 142×10^3Joule (b) 144×10^3Joule
(c) 148×10^3Joule (d) 150×10^3Joule
সমাধান: (b); $E = C_p \times 40 \times 60 = 144 \times 10^3 J$

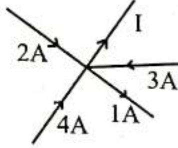
33. নিচের বর্তনীর প্রতিটি রোধকের মান 2Ω হলে, A ও B বিন্দুর তুল্য রোধ কত?


(a) 0.4Ω (b) 0.2Ω (c) 2.5Ω (d) 10Ω
সমাধান: (a); $(2^{-1} + 2^{-1} + 2^{-1} + 2^{-1} + 2^{-1})^{-1}\Omega = 0.4\Omega$

34. $35mm^2$ প্রস্থচ্ছেদ বিশিষ্ট এবং 15mm দীর্ঘ একটি পরিবাহীর আপেক্ষিক রোধ $0.105\Omega m$। পরিবাহীটির প্রস্থচ্ছেদ $6mm^2$ এবং দৈর্ঘ্য 10mm করা হলে তার আপেক্ষিক রোধ কত হবে? **[Ans: c]**

(a) $0.012\Omega m$ (b) $0.053\Omega m$
(c) $0.105\Omega m$ (d) $0.941\Omega m$

35. নিচের বর্তনীতে কির্শফের সূত্রানুযায়ী অজানা প্রবাহমাত্রা I এর মান কত?



(a) 2A (b) 3A (c) 5A (d) 8A

সমাধান: **(d)**; $I + 1 - 2 - 4 - 3 = 0 \Rightarrow I = 8A$

36. 5Ω রোধের ভেতর দিয়ে 10A তড়িৎপ্রবাহ চললে উৎপন্ন তাপের হার কত?

(a) 200W (b) 250W (c) 500W (d) 2W

সমাধান: **(c)**; $\frac{H}{t} = I^2R = 10^2 \times 5 = 500W$

37. 4Ω রোধের একটি তারকে বাঁকা করে বৃত্তাকার করা হলে বৃত্তের ব্যাসের প্রান্তদ্বয়ের রোধ কত হবে?

(a) 1Ω (b) 2Ω (c) 3Ω (d) 4Ω

সমাধান: **(a)**; $R' = \frac{R}{2} \parallel \frac{R}{2} = \frac{R}{4} = 1\Omega$

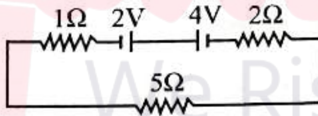
38. কোনো তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল দ্বিগুণ হলে রোধ কী পরিমাণ হবে? **[Ans: c]**

(a) তিনগুণ (b) চারগুণ (c) অর্ধেক (d) দ্বিগুণ

39. হুইটস্টোন ব্রিজ নীতি হলো- **[Ans: a]**

(a) $\frac{Q}{P} = \frac{S}{R}$ (b) $\frac{P}{Q} = \frac{S}{R}$ (c) $\frac{P}{S} = \frac{R}{Q}$ (d) $\frac{Q}{S} = \frac{R}{P}$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



40. বর্তনীতে প্রবাহিত বিদ্যুৎ প্রবাহের মান-

(a) 0.25 amp (b) 0.30 amp
(c) 0.35 amp (d) 0.40 amp

সমাধান: **(a)**; $4V - 2V = I + 5I + 2I$

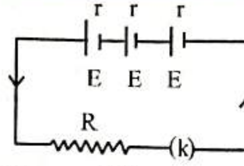
$\Rightarrow I = \frac{1}{4} = 0.25$ amp

41. রোধ তিনটিতে বিভব পতনের সমষ্টি- **[Ans: a]**

(a) 2 Volt (b) 3 Volt (c) 4 Volt (d) 5 Volt

42. নিচের কোনটি হুইটস্টোন ব্রিজের ব্যবহারিক রূপ? **[Ans: c]**

(a) ক্যাপাসিটর বক্স (b) রোধ বাক্স
(c) মিটার ব্রিজ (d) স্বর্ণপাত তড়িৎবীক্ষণ যন্ত্র

43. 

[Ans: d]

উপরে বর্তনীতে-

(i) ব্যাটারির তুল্য রোধ $(R + 3r)$
(ii) ব্যাটারির তুল্য তড়িচ্চালক শক্তি 3E
(iii) মূল তড়িৎ প্রবাহের মান $\frac{3E}{R+3r}$

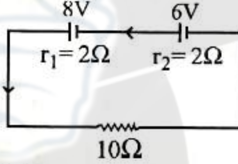
নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

44. 1200Watt এর একটি ইস্ত্রি 30 মিনিট সময় কাজ করলে ব্যয়িত শক্তি কত হবে?

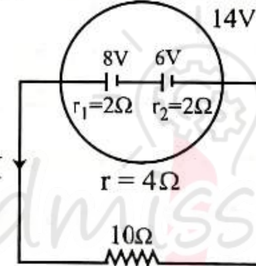
(a) 0.6 kWh (b) 36 kWh
(c) 600 kWh (d) 36000 kWh

সমাধান: **(a)**; $W = 1200W \times 30min$
$= 1200 \times 0.5Wh = 0.6$ kWh

45. 

বর্তনীতে তড়িৎ প্রবাহ কত?

(a) 0.14A (b) 0.42A (c) 0.75A (d) 1A

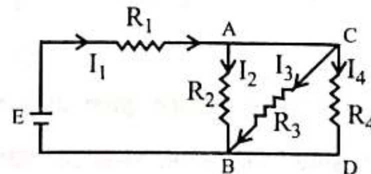
সমাধান: **(d)**;


$I = \frac{14V}{10\Omega + 4\Omega} = 1A$

46. 0°C ও t°C তাপমাত্রায় কোনো ধাতব পরিবাহীর রোধ যথাক্রমে R_0 ও R_t হলে কোনটি সঠিক? **[Ans: a]**

(a) $\alpha = \frac{R_t - R_0}{R_0 t}$ (b) $R_t = R_0(1 - \alpha t)$
(c) $R_0 = R_t(1 + \alpha t)$ (d) $\alpha = \frac{R_t - R_0}{R_t t}$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



47. যদি $R_1 = 1\Omega$ ও $R_2 = R_3 = R_4 = 3\Omega$ হয় তবে বর্তনীর মোট তুল্যরোধ কত?

(a) 1Ω (b) 2Ω (c) 3Ω (d) 4Ω

সমাধান: **(b)**; $R_{eq} = R_1 + (R_2 \parallel R_3 \parallel R_4)$
$= 1 + (3 \parallel 3 \parallel 3) = 1 + 1 = 2\Omega$

জ্ঞানমূলক সৃজনশীল প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

◆ **CQ:** বিগত বছরসমূহের বোর্ড পরীক্ষার জ্ঞানমূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. **সান্ট কাকে বলে?** [Ctg.B'22; DB'21; JB'21; MB'21; BB'19; BB'17, DB'15; JB'15]

উত্তর: সান্ট হলো নিম্ন মানের রোধ যা গ্যালভানোমিটার বা গ্যালভানোমিটারের মতো সুবেদী যন্ত্রপাতিকে অত্যাধিক বিদ্যুৎ প্রবাহের হাত থেকে রক্ষার জন্য সমান্তরালে যুক্ত করা হয়।

02. **তাড়ন বেগ কী?** [Ctg.B'22, JB'22; Din.B'21]

উত্তর: কোনো কোষের দুই প্রান্ত একটি পরিবাহী তার দ্বারা যুক্ত করলে পরিবাহীর মুক্ত ইলেকট্রনগুলো যে গড় বেগে প্রবাহিত হয় তাকে তাড়ন বেগ বলে।

03. **রোধ কী?** [SB'22]

উত্তর: পরিবাহীর যে ধর্মের জন্য এর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ বাধাপ্রাপ্ত হয় তাকে পরিবাহীর রোধ বলে।

04. **কার্শফের ১ম সূত্র বিবৃত কর।** [BB'22; MB'22; CB'21]

উত্তর: তড়িৎ বর্তনীর কোনো সংযোগ বিন্দুতে মিলিত প্রবাহগুলোর বীজগাণিতিক সমষ্টি শূন্য।

05. **মিটার ব্রিজ কী?** [CB'22, BB'21; Din.B'17]

উত্তর: যে যন্ত্রে এক মিটার দৈর্ঘ্যের সুষম প্রস্থচ্ছেদের রোধবিশিষ্ট তার লাগিয়ে হুইটস্টোন ব্রিজ নীতির সাহায্যে কোনো তারের উপাদানের রোধ তথা আপেক্ষিক রোধ নির্ণয় করা যায় তাকে মিটার ব্রিজ বলে।

06. **কার্শফের দ্বিতীয় সূত্রটি বিবৃত কর।** [Din.B'22; DB'19; SB'19]

উত্তর: কোনো আবদ্ধ তড়িৎ বর্তনীর বিভিন্ন অংশগুলোর রোধ এবং তাদের আনুষঙ্গিক প্রবাহের গুণফলের বীজগাণিতিক সমষ্টি ঐ বর্তনীর অন্তর্ভুক্ত মোট তড়িচ্চালক বলের সমান।

07. **তড়িৎ প্রবাহের জন্য তাপ উৎপাদন সংক্রান্ত জুলের সূত্রটি বিবৃত কর।** [MB'22; RB'21]

উত্তর: যখন কাজ সম্পূর্ণভাবে তাপে বা তাপ সম্পূর্ণভাবে কাজে রূপান্তরিত হয় তখন কাজ ও তাপ পরস্পরের সমানুপাতিক হয়।

08. **প্রবাহ ঘনত্ব কী?** [DB'21]

উত্তর: কোনো পরিবাহীর প্রস্থচ্ছেদের একক ক্ষেত্রফল দিয়ে প্রবাহিত বিদ্যুৎ প্রবাহকে প্রবাহ ঘনত্ব বলে।

09. **কিলোওয়াট-ঘণ্টা কী?** [RB'21]

উত্তর: 1 কিলোওয়াট ক্ষমতাসম্পন্ন একটি যন্ত্র 1 ঘণ্টা কাজ করলে যে শক্তি ব্যয় হয় তাকে 1 কিলোওয়াট-ঘণ্টা বলে।

10. **আপেক্ষিক রোধ কাকে বলে?** [Ctg.B'21; Din.B'21; All B'18, BB'17]

উত্তর: নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় একক দৈর্ঘ্যের একক প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলের কোনো পরিবাহকের রোধকে ঐ তাপমাত্রায় ঐ পরিবাহকের আপেক্ষিক রোধ বলে।

11. **রোধের উষ্ণতা সহগ কাকে বলে?** [Ctg.B'21; CB'21]

উত্তর: 0°C তাপমাত্রার একক রোধের কোনো পরিবাহীর তাপমাত্রা প্রতি একক বৃদ্ধিতে তার রোধের যে বৃদ্ধি ঘটে তাকে ঐ পরিবাহীর উপাদানের রোধের উষ্ণতা সহগ বলে।

12. **কোষের তড়িচ্চালক শক্তি কাকে বলে?** [SB'21]

উত্তর: একক চার্জকে কোষসমেত কোনো বর্তনীর এক বিন্দু থেকে সম্পূর্ণ বর্তনী ঘুরিয়ে আবার ঐ বিন্দুতে নিতে যে কাজ সম্পন্ন করতে হয় তাকে ঐ কোষের তড়িচ্চালক শক্তি বলে।

13. **তাপের যান্ত্রিক সমতা বলতে কী বুঝ?** [SB'21; RB'19]

উত্তর: একক তাপ উৎপন্ন করতে যে পরিমাণ কাজ করতে হয় তাকে তাপের যান্ত্রিক সমতা বলে।

14. **তড়িৎচালক শক্তি কী?** [BB'21]

উত্তর: মুক্ত অবস্থায় কোনো কোষের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য সর্বোচ্চ হয়, বিভবপার্থক্যের এই সর্বোচ্চ মানকেই তড়িচ্চালক শক্তি বলা হয়।

15. **তড়িচ্চালক বল কী?** [JB'21; DB'16]

উত্তর: একক চার্জকে কোষসমেত কোনো বর্তনীর এক বিন্দু থেকে সম্পূর্ণ বর্তনী ঘুরিয়ে আবার ঐ বিন্দুতে নিতে যে কাজ সম্পন্ন করতে হয় তাকে ঐ কোষের তড়িচ্চালক শক্তি বলে।

16. **তড়িৎ বর্তনী কাকে বলে?** [MB'21]

উত্তর: তড়িৎ প্রবাহ চলার পথকে তড়িৎ বর্তনী বলে।

17. **ইলেকট্রন ভোল্ট কাকে বলে?** [DB'19; Ctg.B'17]

উত্তর: ইলেক্ট্রন ভোল্ট কাজের একটি একক। তড়িৎ ক্ষেত্রের দুইটি বিন্দুর বিভব পার্থক্য 1V হলে, একটি ইলেক্ট্রন নিম্ন বিভব সম্পন্ন বিন্দুটি হতে উচ্চ বিভব সম্পন্ন বিন্দুতে যাওয়ার সময় যে গতিশক্তি অর্জন করে তাকে এক ইলেক্ট্রন ভোল্ট বলে।

18. তুল্য রোধ কী? **[Ctg.B'19]**

উত্তর: একাধিক রোধের একটি সমাবেশকে যদি এমন রোধ দিয়ে প্রতিস্থাপন করা যায়, যাতে রোধের ঐ সমাবেশের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য এবং এর মধ্য দিয়ে তড়িৎপ্রবাহ নতুন রোধের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য এবং এর মধ্য দিয়ে তড়িৎপ্রবাহের সমান হয়। তবে নতুন রোধটিকে রোধের ঐ সমাবেশের তুল্য রোধ বলে।

19. জুলের রোধের সূত্রটি বিবৃত কর। **[CB'17]**

উত্তর: কোনো পরিবাহীর মধ্যে দিয়ে প্রবাহিত তড়িৎ প্রবাহ (I) এবং প্রবাহ কাল (t) স্থির থাকলে ঐ পরিবাহীতে উৎপন্ন তাপ রোধের সমানুপাতিক।

◆ CQ: সম্ভাব্য জ্ঞানমূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. নষ্ট ভোল্ট কী?

উত্তর: কোষের অভ্যন্তরীণ রোধের ভেতর দিয়ে প্রবাহ চালনা করার জন্য কিছু ভোল্ট নষ্ট হয় যা বহিঃবর্তনীতে কোনো কাজে আসে না, একে নষ্ট ভোল্ট বলে।

02. তড়িৎ প্রবাহ কী?

উত্তর: তড়িৎ প্রবাহ হলো ইলেকট্রনের নিরবিচ্ছিন্ন প্রবাহ।

03. অ্যাম্পিয়ারের সংজ্ঞা দাও।

উত্তর: শূন্য মাধ্যমে পরস্পর হতে 1m দূরত্বে অবস্থিত দুটি অসীম দৈর্ঘ্যের সমান্তরাল তারের প্রত্যেকের মধ্য দিয়ে যে পরিমাণ বিদ্যুৎ একই দিকে প্রবাহিত হলে উভয় তারের প্রতি মিটার দৈর্ঘ্যের উপর আকর্ষণ বলের মান 2×10^{-7}N-এর সমান হবে তাকে এক অ্যাম্পিয়ার বলে।

04. **B. O. T. unit** এর সংজ্ঞা লেখো।

উত্তর: সারা বিশ্বের বিদ্যুৎ সরবরাহ কোম্পানি এই একক ব্যবহার করে বিদ্যুৎ কেনা-বেচা করে, তাই একে বোর্ড অব ট্রেড (B. O. T) বা সংক্ষেপে Unit বলে। অর্থাৎ B. O. T Unit = 1kWh = 1 Unit.

05. হুইটস্টোন ব্রিজ কাকে বলে?

উত্তর: চারটি রোধ শ্রেণিবদ্ধভাবে সজ্জিত করে একটি আবদ্ধ লুপ তৈরি করলে যে চারটি সংযোগস্থল তৈরি হয়, তার যেকোনো দুটি বিপরীত সংযোগস্থলের মাঝে একটি বিদ্যুৎ কোষ এবং অপর দুটি সংযোগস্থলের মাঝে গ্যালভানোমিটার সংযোগে যে বর্তনী তৈরি হয়, তাকে হুইটস্টোন ব্রিজ বলে।

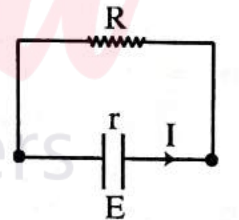
অনুধাবনমূলক সৃজনশীল প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

◆ CQ: বিগত বছরসমূহের বোর্ড পরীক্ষার অনুধাবনমূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. বর্তনীর প্রান্তিক বিভব তড়িচ্চালক বলের চেয়ে ছোট হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। **[DB'22; RB'22]**

উত্তর: কোষের অভ্যন্তরীণ রোধের কারণে প্রান্তীয় বিভব বর্তনীর তড়িচ্চালক বল অপেক্ষা ছোট হয়।

তড়িৎ কোষের দুই প্রান্তের মধ্যকার উপাদান, কোষের অভ্যন্তরে তড়িৎ প্রবাহে বাধা প্রদান করে। এই বাধাকে কোষের অভ্যন্তরীণ রোধ বলে।



পাশের বর্তনীতে, কোষের অভ্যন্তরীণ রোধ r হলে, তুল্য রোধ, $R' = R + r$

$\therefore I = \frac{E}{R'} = \frac{E}{R+r} \Rightarrow IR + Ir = E$

$\Rightarrow E = V + I_r$ ……… (i)

এখানে, R হলো রোধ, V এর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য অর্থাৎ প্রান্তীয় বিভব।

$\therefore V = E - Ir$

যখন বর্তনীর মধ্যে তড়িৎ প্রবাহ ঘটে, তখন প্রান্তীয় বিভব বর্তনীর তড়িচ্চালক বল অপেক্ষা Ir পরিমাণ কম হয়। অতএব, কোষের অভ্যন্তরীণ রোধের কারণে প্রান্তীয় বিভব বর্তনীর তড়িচ্চালক বল অপেক্ষা ছোট হয়।

02. বর্তনীতে ফিউজ ব্যবহার করা হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। **[RB'22]**

উত্তর: বর্তনীর বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতির নিরাপত্তার জন্য বর্তনীতে ফিউজ ব্যবহার করা হয়।

ফিউজ বর্তনীর তড়িৎ যন্ত্রগুলো সর্বোচ্চ যে মাত্রার তড়িৎ প্রবাহ সহ্য করতে পারে, তার চেয়ে কম তড়িৎ প্রবাহেই গলে গিয়ে বর্তনী বিচ্ছিন্ন করে তড়িৎ যন্ত্রগুলো নিরাপদ রাখে।

সাধারণত বিশুদ্ধ ধাতুর গলনাঙ্ক বেশি হয়। তাই ফিউজ হিসেবে কম গলনাঙ্কের সংকর ধাতু (যেমন: টিন ও সীসার সংকর) দিয়ে ফিউজ তৈরি করা হয়।

অতএব, বর্তনীর তড়িৎ যন্ত্রগুলোর নিরাপত্তার জন্যই বর্তনীতে ফিউজ ব্যবহার করা হয়।

03. তড়িচ্চালক শক্তি ও বিভব পার্থক্যের মধ্যে পার্থক্য লেখ। [Ctg.B'22]

উত্তর:

তড়িচ্চালক শক্তি	বিভব পার্থক্য
(i) তড়িৎ বর্তনীর কোনো এক বিন্দু হতে 1 কুলম্ব চার্জকে সম্পূর্ণ বর্তনী ঘুরিয়ে আবার ঐ বিন্দুতে ফিরিয়ে আনতে যে পরিমাণ কাজ হয়, তাকে তড়িচ্চালক শক্তি বলে।	(i) তড়িৎ বর্তনীর কোনো নির্দিষ্ট একটি বিন্দু হতে অপর কোনো বিন্দুতে নিতে যে পরিমাণ কাজ করতে হয়, তাকে ঐ দুই বিন্দুর মধ্যবর্তী বিভব পার্থক্য বলা হয়।
(ii) তড়িচ্চালক শক্তি তড়িৎ কোষের দুই প্রান্তের মধ্যবর্তী বিভব পার্থক্যের সমান।	(ii) তড়িৎ বর্তনীর যেকোনো দুটি বিন্দুর মধ্যবর্তী বিভবের পার্থক্যই হল বিভব পার্থক্য।
(iii) তড়িচ্চালক শক্তির মান সর্বদা বিভব পার্থক্যের চেয়ে বেশি হয়।	(iii) বর্তনীর যেকোনো দুই বিন্দুর মধ্যবর্তী বিভব পার্থক্য তড়িচ্চালক শক্তির তুলনায় কম।
(iv) তড়িচ্চালক শক্তি নির্ণয়ের ক্ষেত্রে ব্যবহৃত সূত্র, $E = I(R + r)$	(iv) বিভব পার্থক্য নির্ণয়ের সূত্র, $V = IR$

04. একই তাপমাত্রায় ভিন্ন উপাদানবিশিষ্ট পরিবাহীর আপেক্ষিক রোধ ভিন্ন হয়– ব্যাখ্যা কর। [SB'22]

উত্তর: কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় একক আয়তনের কোনো একটি ঘনক আকৃতির বা একক দৈর্ঘ্য ও একক প্রস্থছেদের ক্ষেত্রফল একই তাপমাত্রায় একটি পরিবাহীর দুই বিপরীত তলের মধ্যবর্তী রোধকে ঐ তাপমাত্রায় উক্ত পরিবাহীর উপাদানের আপেক্ষিক রোধ বলে। আপেক্ষিক রোধের একক (Ωm)।

কোনো পরিবাহীর আপেক্ষিক রোধ নির্ভর করে এর তাপমাত্রা ও উপাদানের উপর। তাই একই তাপমাত্রায় ভিন্ন উপাদানবিশিষ্ট পরিবাহীর আপেক্ষিক রোধ ভিন্ন।

05. শান্ট কিভাবে গ্যালভানোমিটারকে রক্ষা করে? ব্যাখ্যা কর। [BB'22; CB'22]

উত্তর: সব তড়িৎ যন্ত্রের মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহের একটি ঊর্ধ্বসীমা আছে। এ ঊর্ধ্বসীমার থেকে বেশি তড়িৎ প্রবাহ যদি যন্ত্রের মধ্য দিয়ে যায়, তবে সেটি ক্ষতিগ্রস্ত হওয়ার সম্ভাবনা থাকে। এদের মধ্যে কিছু তড়িৎ যন্ত্র, যেমন-সূক্ষ্ম পরিমাপের জন্য তৈরি গ্যালভানোমিটার বেশি মাত্রার প্রবাহ সহ্য করতে পারে না। এজন্যই উচ্চ প্রবাহযুক্ত কোনো তড়িৎ বর্তনীতে যখন গ্যালভানোমিটার যুক্ত করা হয়, তখন এমন একটি রোধক গ্যালভানোমিটারের সাথে সমান্তরাল সমবায়ে রাখা হয় যার রোধের মান খুব কম। এতে মূল বর্তনীর প্রবাহের সবটুকু আর গ্যালভানোমিটারের মধ্য দিয়ে যায় না। বরং অধিকাংশই ঐ কম মানের রোধটির মধ্য দিয়ে চলে যায়। এর ফলে গ্যালভানোমিটারে প্রবাহ ঊর্ধ্বসীমা অতিক্রম করে না। ঐ কম মানের রোধকেই শান্ট বা বিকল্প পথ বলা হয়। এভাবেই শান্ট গ্যালভানোমিটারকে রক্ষা করে।

06. বর্তনীতে রোধের প্রয়োজনীয়তা ব্যাখ্যা–কর। [JB'22]

উত্তর: পরিবাহী যে ধর্মের দরুন তার মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহকালে কম-বেশি বাধার সৃষ্টি করে তাকে এর রোধ বলে। নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় একক মাত্রা বিদ্যুৎ প্রবাহের জন্য কোনো পরিবাহীর দুই প্রান্তে যে বিভব পার্থক্যের প্রয়োজন হয় সেটাই উক্ত তাপমাত্রায় ঐ পরিবাহীর রোধের পরিমাণ নির্দেশ করে।

07. দুটি বিন্দুর বিভব পার্থক্য 6 V বলতে কী বুঝায়? [CB'22]

উত্তর: দুটি বিন্দুর বিভব পার্থক্য 6 V বলতে বোঝায় যে,
ঐ তড়িৎক্ষেত্রে একক ধনাত্মক আধানকে উদ্দিষ্ট এক বিন্দু হতে অপর বিন্দুতে সরাতে 6 J কাজ সম্পন্ন হয়।

08. হারানো ভোল্টের মান 2 V বলতে কী বুঝ? [MB'22]

উত্তর: কোষের অভ্যন্তরীণ রোধের কারণে কোষের ভিতরে যে পরিমাণ বিভব পতন ঘটে, তাকে হারানো ভোল্ট বলে।
আমরা জানি, $E = V + Ir$

যখন কোষের অভ্যন্তরীণ রোধের মান r, তখন হারানো ভোল্টের মান 2V বলতে বুঝায়, যদি বর্তনীতে 10V তড়িৎচালক শক্তি, E প্রয়োগ করা হয়, তবে বর্তনীতে বিদ্যুৎ প্রবাহ I চললে, I এর জন্য কোষের ভেতর বিভব পতন 2V হবে এবং তড়িৎ কোষের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য, $V = E - Ir = 10 - 2 = 8V$ হবে।

09. তড়িৎ প্রবাহের ফলে বর্তনীতে তাপ উৎপন্ন হয় কি? ব্যাখ্যা কর। [DB'21; Ctg.B'21; DB'15]

উত্তর: তড়িৎ প্রবাহের ফলে কাজ সম্পন্ন হয়। V বিভব পার্থক্যের দরুন I তড়িৎপ্রবাহ t সময়ব্যাপী চালনা করলে কৃতকাজ $W = VIt$। তড়িৎপ্রবাহ পরিবাহীর রোধ অতিক্রম করার সময় ওই কাজ তাপশক্তিতে রূপান্তরিত হয়। তাই তড়িৎপ্রবাহের ফলে বর্তনীতে তাপ উৎপন্ন হয়।

10. উচ্চ অভ্যন্তরীণ রোধ বিশিষ্ট একাধিক ব্যাটারীর কোন ধরনের সংযোগে বেশি বিদ্যুৎ প্রবাহ পাওয়া যাবে–ব্যাখ্যা কর। [DB'21]

উত্তর: উচ্চ অভ্যন্তরীণ রোধ বিশিষ্ট একাধিক ব্যাটারির সমান্তরাল সংযোগে বেশি বিদ্যুৎ প্রবাহ পাওয়া যায়।

$I_P = \frac{mE}{mR+r}$ যদি $r \gg mR$ হয় তবে, $\therefore I_P = \frac{mE}{r} = m \times \frac{E}{r}$

অর্থাৎ m গুণ প্রবাহমাত্রা পাওয়া যায় পূর্বের তুলনায়। তাই উচ্চ অভ্যন্তরীণ রোধের ক্ষেত্রে সমান্তরাল সংযোগে বেশি বিদ্যুৎ প্রবাহ পাওয়া যায়।

11. শান্টের রোধ শূন্য বা অসীম হয় কিনা? ব্যাখ্যা কর। [RB'21; SB'21]

উত্তর: শান্ট একটি স্বল্প মানের রোধ যা সূক্ষ্ম ও সুবেদী যন্ত্রপাতিতে সমান্তরালে যুক্ত করা হয়। অত্যধিক বিদ্যুৎ প্রবাহের হাত থেকে রক্ষা পাওয়ার জন্য যন্ত্রপাতির সাথে সমান্তরালে শান্ট যুক্ত করা হয়। যখন বর্তনীতে বেশি বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয় তখন স্বল্প রোধবিশিষ্ট শান্টের মধ্যে দিয়ে বেশি বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয়ে যন্ত্রপাতিকে সুরক্ষিত রাখে। এখন শান্টের রোধ শূন্য হলে সব বিদ্যুৎ শান্টের মধ্যে দিয়ে যাবে ফলে যন্ত্রপাতি বা গ্যালভানোমিটার কাজ করবে না। অন্যদিকে রোধ অসীম হলে সম্পূর্ণ বিদ্যুৎ যন্ত্রপাতির মধ্যে দিয়ে যাবে ফলে অধিক বিদ্যুৎপ্রবাহে তা নষ্ট হয়ে যাবে।

12. পরিবাহীর অতি পরিবাহীতা ব্যাখ্যা কর। [RB'21]

উত্তর: সাধারণত তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে পরিবাহীর রোধ বৃদ্ধি পায় এবং তাপমাত্রা হ্রাস পেলে পরিবাহীর রোধ হ্রাস পায়। আবার কিছু কিছু পদার্থের ক্ষেত্রে নিম্ন তাপমাত্রায় রোধ শূন্যে নেমে আসে। এরা অতিপরিবাহী। এ ধর্মের কারণে অতিপরিবাহী বর্তনীর মধ্যে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হলে রোধজনিত তাপ ক্ষয় না থাকার কারণে বিদ্যুৎ কোনো নতুন উৎস ছাড়াই প্রবাহিত হতে থাকবে।

13. নিরাপত্তা ফিউজে কেন বিশুদ্ধ ধাতু ব্যবহৃত হয় না তা ব্যাখ্যা কর। [SB'21; DB'16]

উত্তর: বিশুদ্ধ ধাতুর গলনাঙ্ক বেশি। বর্তনীতে ফিউজ সংযোগই দেওয়া হয় যেন এটি বর্তনী যে পরিমাণ তড়িৎপ্রবাহ সহ্য করতে পারে তার চেয়ে স্বল্প পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহেই গলে গিয়ে বর্তনী বিচ্ছিন্ন করে দিতে পারে। এজন্য ফিউজ টিনও সীসার সংকর ধাতু দিয়ে বানানো হয়, যার গলনাঙ্ক কম।

14. বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতিতে সান্ট ব্যবহার করা হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। [BB'21]

উত্তর: সান্ট হচ্ছে একটি অল্পমানের রোধ যা বর্তনীতে সমান্তরাল সংযোগে যুক্ত করা হয়। বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতিতে, বিশেষ করে গ্যালভানোমিটারে সান্ট ব্যবহৃত হয়। গ্যালভানোমিটারে বেশি তড়িৎ প্রবাহ চালনা করা হলে এটি নষ্ট হয়ে যেতে পারে, স্প্রিং ছিঁড়ে যেতে পারে, পুড়ে যেতে পারে। তাই এটিকে রক্ষা করতে এর সাথে সমান্তরালে অল্প মানের একটি রোধ সংযোগ করা হয় ফলে সান্টের রোধ কম হওয়ায় অধিক প্রবাহ এর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয় এবং যন্ত্রটিকে রক্ষা করে।

15. কোনো পরিবাহীর রোধ 1Ω বলতে কী বুঝায়? [BB'21]

উত্তর: আমরা জানি, $I = \frac{V}{R} \Rightarrow R = \frac{V}{I}$

এখানে, $V = 1$ Volt ও $I = 1A$ হলে, $R = 1\Omega$। অর্থাৎ কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো পরিবাহীর যে মানের রোধের জন্য এর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য 1 Volt হলে 1A প্রবাহ পাওয়া যায় তাকে 1Ω রোধ বলে।

16. পরিবাহীর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহের ফলে তাপ উৎপন্ন হয় কেন? [JB'21; BB'17; RB'15; SB'15]

উত্তর: পরিবাহীর রোধের কারণে পরিবাহীর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহের ফলে তাপ উৎপন্ন হয়। কোনো একটি পরিবাহীর মধ্য দিয়ে যখন বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয় তখন পরিবাহীর রোধ কর্তৃক তা বাধাপ্রাপ্ত হয়। পরিবাহকের দুই বিন্দুর মধ্যে বিভব পার্থক্য সৃষ্টি হলে মুক্ত ইলেকট্রন আন্তঃআণবিক স্থানের মধ্য দিয়ে চলার সময় অণু পরমাণুর সাথে সংঘর্ষে লিপ্ত হয়। ফলে রোধের সৃষ্টি হয়। এ কারণেই তাপ উৎপন্ন হয়।

17. পরিবাহীর পরিবাহিতার উপর তাপমাত্রার প্রভাব ব্যাখ্যা কর। [JB'21]

উত্তর: সাধারণত রোধ একটি পরিবাহীর মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ চলাচলে বাধা প্রদান করে। পরিবাহীর রোধ তাপমাত্রার সমানুপাতিক হয় এবং পরিবাহীর পরিবাহিতা রোধের ব্যস্তানুপাতে পরিবর্তিত হয়। অর্থাৎ পরিবাহিতা তাপমাত্রার সাথে ব্যস্তানুপাতে পরিবর্তিত হয়। তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে পরিবাহিতা হ্রাস পায় এবং তাপমাত্রা হ্রাস পেলে পরিবাহিতা বৃদ্ধি পায়। কারণ তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে পরিবাহীর অভ্যন্তরস্থ অণু পরমাণুর মধ্যে বর্ধিত সংঘর্ষের ফলে রোধ বাড়ে। আবার তাপমাত্রা হ্রাসে বিপরীত ঘটনা ঘটে।

18. তাপমাত্রার পরিবর্তনে পরিবাহীর রোধের পরিবর্তনের কারণ ব্যাখ্যা কর। [CB'21; DB'19; SB'16]

উত্তর: তাপমাত্রা বাড়লে পরিবাহীর রোধ বাড়ে কিন্তু সমানুপাতিক হারে বাড়ে না। পরিবাহীর মধ্যে মুক্ত ইলেকট্রনের প্রবাহের ফলে তড়িৎ প্রবাহ হয়। মুক্ত ইলেকট্রন প্রবাহের সময় পরিবাহীর অণু পরমাণুর সাথে সংঘর্ষে লিপ্ত হয়। এজন্য রোধের উৎপত্তি হয়। তাপমাত্রা বাড়ালে অণু-পরমাণুগুলোর কম্পন বেড়ে যায়, মুক্ত ইলেকট্রনগুলোর সাথে সংঘর্ষ বাড়ে। তাই রোধ বেড়ে যায়।

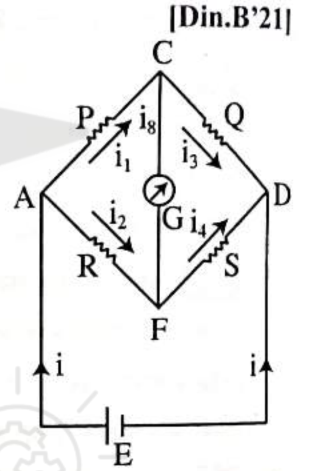
19. নিরাপত্তা ফিউজে নিম্ন গলনাঙ্ক বিশিষ্ট সংকর ধাতুর তার ব্যবহার করা হয় কেন? [CB'21]

উত্তর: নিরাপত্তা ফিউজে নিম্ন গলনাঙ্ক বিশিষ্ট সংকর ধাতুর তার ব্যবহার করা হয় কারণ তড়িৎ প্রবাহ একটি নির্দিষ্ট মান অতিক্রম করার পূর্বে ফিউজ তার গলে বিদ্যুৎ বিচ্ছিন্ন করে দেবে। ফলে বৈদ্যুতিক দূর্ঘটনা থেকে বিরত থাকা যাবে। এটি সাধারণত টিন ও সীসার মিশ্রণ থেকে তৈরি।

20. তড়িৎ কোষের তড়িৎচালক শক্তি 2.5V বলতে কী বোঝায়? [Din.B'21, RB'19]

উত্তর: প্রতি একক আধানকে কোষ সমেত কোনো বর্তনীর এক বিন্দু থেকে সম্পূর্ণ বর্তনী ঘুরিয়ে আবার ঐ বিন্দুতে আনতে যে কাজ সম্পন্ন হয় তাকে ঐ কোষের তড়িচ্চালক শক্তি বলে। একটি কোষের তড়িচ্চালক শক্তি 2.5V বলতে বুঝায় 1C আধানকে ঐ কোষ সমেত কোনো এক বিন্দু থেকে একবার সম্পূর্ণ বর্তনী ঘুরিয়ে পুনরায় ঐ বিন্দুতে আনতে 2.5 J কাজ সম্পন্ন হয়।

21. হুইটস্টোন ব্রিজের ভারসাম্য অবস্থা ব্যাখ্যা কর। [Din.B'21]



উত্তর: হুইটস্টোন ব্রিজের সাম্যাবস্থা বা নিস্পন্দ বিন্দু বলতে বুঝায়, গ্যালভানোমিটারের মধ্য দিয়ে কোনো তড়িৎ প্রবাহিত হচ্ছে না $(i_g = 0)$। ফলে ব্রিজের একজোড়া (P, Q অথবা R, S) রোধে একই তড়িৎ প্রবাহ অতিক্রম করে ($i_1 = i_3$ এবং $i_2 = i_4$)। এমতাবস্থায়, $P/Q = R/S$ অনুপাতটি বজায় থাকে।

22. নিরাপত্তা ফিউজে বিশুদ্ধ ধাতুর পরিবাহী তার ব্যবহার করলে কী ঘটবে? ব্যাখ্যা কর। [MB'21]

উত্তর: নিরাপত্তা ফিউজে সাধারণত সংকর ধাতুর পরিবাহী তার ব্যবহার করা হয় যার গলনাঙ্ক 300°C এর কম থাকে। ফলে কোনো কারণে বর্তনীতে উচ্চ তড়িৎ প্রবাহিত হলে তারটি গরম হয় ও গলে গিয়ে বৈদ্যুতিক সরবরাহ বন্ধ করে দেয়। বিশুদ্ধ ধাতুর গলনাঙ্ক অনেক বেশি থাকে ফলে ফিউজে বিশুদ্ধ ধাতুর পরিবাহী তার ব্যবহার করলে এটি অতিরিক্ত তড়িৎ প্রবাহের ক্ষেত্রে বিদ্যুৎ প্রবাহ বন্ধ করতে পারবে না। আর অতিরিক্ত তড়িৎ প্রবাহিত হলে যন্ত্রপাতি নষ্ট হতে পারে বা কোনো কোনো ক্ষেত্রে অগ্নিকাণ্ড ঘটতে পারে।

23. উচ্চ মানের রোধ পরিমাপে হুইটস্টোন ব্রিজ ব্যবহার করা হয় কি? ব্যাখ্যা কর। [MB'21]

উত্তর: উচ্চ মানের রোধ পরিমাপে হুইটস্টোন ব্রিজ ব্যবহার করা হয় না। হুইটস্টোন ব্রিজের অজানা রোধ (S) এর জায়গায় উচ্চ মানের রোধ রাখা হলে ঐ রোধের মধ্য দিয়ে খুব বেশি মানের তড়িৎ প্রবাহিত হয় না। ফলে ব্রিজের সুবেদিতা কমে যায় এবং তাই নিস্পন্দ অবস্থা শনাক্ত করা কঠিন হয়। এই কারণে উচ্চ মানের রোধ পরিমাপে হুইটস্টোন ব্রিজ ব্যবহৃত হয় না।

24. মিটার ব্রীজের প্রান্ত সংশোধন করা হয় কেন? [Ctg.B'19]

উত্তর: মিটার ব্রীজের তারের রোধ যদি সুষম না হয়, তাহলে এর প্রান্ত সংশোধনের প্রয়োজন হয়।

এক্ষেত্রে, মিটার ব্রীজের দুই দিকে দুইটি জানা রোধ লাগিয়ে নিষ্ক্রিয় বিন্দু বের করা হয়। ব্রীজের তারের রোধ সুষম না হওয়ায় প্রাপ্ত নিষ্ক্রিয় বিন্দুর অবস্থান এবং $\frac{P}{Q} = \frac{l}{100-l}$ সূত্র হতে প্রাপ্ত নিষ্ক্রিয় বিন্দুর অবস্থান সমান হয় না।

তাই তখন মিটার ব্রীজের দুই প্রান্তে প্রান্ত সংশোধনের দরকার পড়ে। বাম ও ডান প্রান্তের প্রান্ত সংশোধন a ও b হলে এবং P ও Q দুইটি জানা রোধ হলে, $\frac{P}{Q} = \frac{l+a}{100-l+b}$ এবং $\frac{Q}{P} = \frac{l'+a}{100-l'+b}$ হতে a ও b বের করা হয়।

25. অ্যামিটার এক প্রকার গ্যালভানোমিটার-ব্যাখ্যা কর। [Ctg.B'19]

উত্তর: গ্যালভানোমিটার খুব ছোট পরিমাণের তড়িৎ প্রবাহের অস্তিত্ব ও তড়িৎ প্রবাহের দিক নির্ণয়ে ব্যবহৃত হয়। অ্যামিটার তড়িৎ প্রবাহের মান পরিমাপের জন্য ব্যবহৃত হয়। গ্যালভানোমিটারের সাথে সমান্তরালে একটি রোধ যোগ করে অ্যামিটার তৈরি করা যায়। তাই বলা যায়- অ্যামিটার এক প্রকার গ্যালভানোমিটার।

26. সরু ধাতব তারকে শান্ট হিসেবে ব্যবহার করা হয় কেন ব্যাখ্যা কর। [SB'19]

উত্তর: গ্যালভানোমিটার বা সূক্ষ্ম ও সুবেদী বৈদ্যুতিক যন্ত্রের মধ্য দিয়ে যাতে উচ্চমাত্রার বিদ্যুৎ প্রবাহিত হতে না পারে তার জন্য যন্ত্রের সাথে সমান্তরালে একটি স্বল্প মানের রোধ যুক্ত করতে হয়। একেই শান্ট বলে। যেহেতু রোধ $R \propto \frac{1}{A}$ (A = প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল), তাই সরু তারকে সাধারণত শান্ট হিসেবে ব্যবহার করা হয়।

27. তড়িৎ ব্যাটারির গায়ে **5 Amp-hour** লেখার অর্থ ব্যাখ্যা কর। [CB'19]

উত্তর: কোনো তড়িৎ ব্যাটারির গায়ে 5 Amp-hour লেখা বলতে বুঝায়, ব্যাটারিটি সম্পূর্ণ চার্জিত অবস্থা হতে সম্পূর্ণ অচার্জিত অবস্থায় আসতে 5×3600 C চার্জ সরবরাহ করতে পারে। অন্যভাবে বলা যায়, ব্যাটারিটি 5 ঘণ্টা ধরে 1A কারেন্ট সরবরাহ করতে পারে।

28. কার্শফের ১ম সূত্র চার্জের সংরক্ষণ নীতি মেনে চলে- ব্যাখ্যা কর। [All B'18]

(খ) কার্শফের ১ম সূত্রানুযায়ী, বিদ্যুৎ বর্তনীর কোনো সংযোগ বিন্দুতে মিলিত প্রবাহমাত্রাগুলোর বীজগাণিতিক যোগফল শূন্য হয়। আমরা জানি, প্রবাহমাত্রা হল চার্জের প্রবাহ। এখন সংযোগ বিন্দুতে প্রবাহগুলোর যোগফল শূন্য না হবার অর্থ ঐ বিন্দুতে চার্জের সৃষ্টি বা ধ্বংস হওয়া যা চার্জের নিত্যতা সূত্রের সম্পূর্ণ পরিপন্থী। সুতরাং কার্শফের ১ম সূত্র চার্জের সংরক্ষণ নীতি মেনে চলে।

29. "টাংস্টেন রোধের উষ্ণতা সহগ $4.25 \times 10^{-3}/°C$" বলতে কি বুঝ? [All B'18]

উত্তর: 0°C তাপমাত্রায় একক রোধের কোনো পরিবাহীর তাপমাত্রা প্রতি একক বৃদ্ধিতে তার রোধের যে বৃদ্ধি ঘটে তাকে ঐ পরিবাহীর উপাদানের রোধের উষ্ণতা সহগ বলে। টাংস্টেনের রোধের উষ্ণতা সহগ $4.25 \times 10^{-3}/°C$ বলতে বোঝায় 0°C তাপমাত্রায় 1Ω রোধবিশিষ্ট কোনো টাংস্টেন পরিবাহীর তাপমাত্রা 1°C বাড়লে এর রোধ $4.25 \times 10^{-3}\Omega$ বাড়বে।

30. কোনো বর্তনীতে কোষের অভ্যন্তরীণ রোধের ভূমিকা কী? [DB'17]

উত্তর: কোষের ভেতর দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ চলার সময় কোষের অভ্যন্তরস্থ তরল ও অন্যান্য পদার্থ তড়িৎ প্রবাহকে যে বাধা প্রদান করে তাকে কোষের অভ্যন্তরীণ রোধ বলে।

$I = \frac{E}{R+r}$

r- এর পরিবর্তনে মূল প্রবাহের হ্রাস বা বৃদ্ধি ঘটে এবং প্রান্তীয় বিভব পার্থক্যের বৃদ্ধি বা হ্রাস ঘটে।

এখানে, I = মূল প্রবাহ
E = তড়িৎ কোষের শক্তি
R = বহিঃবর্তনীর রোধ
r = কোষের অভ্যন্তরীণ রোধ

31. তড়িৎ বর্তনীতে অ্যামিটার কেনো শ্রেণিতে সংযুক্ত করা হয়? [All B'18]

উত্তর: তড়িৎ বর্তনীতে অ্যামিটার ব্যবহার করা হয় তড়িৎ প্রবাহের মান জানতে। অ্যামিটারের রোধ সাধারণত শূন্য ধরা হয়। রোধ নগন্য হওয়ায় সমস্ত প্রবাহ এর ভেতর দিয়ে যাবে সেটাই স্বাভাবিক। কোন রোধের সমান্তরালে অ্যামিটার যুক্ত করলে সমস্ত প্রবাহ অ্যামিটারের ভেতর দিয়েই যাবে, রোধের ভেতর দিয়ে কোন প্রবাহ যাবে না। ফলে সঠিক তড়িৎ প্রবাহ জানা যাবে না। তাই অ্যামিটারকে শ্রেণিতে যুক্ত করা হয়।

32. কোনো বর্তনীর বিভব পার্থক্য ও তড়িচ্চালক বল একই নয় কেন, ব্যাখ্যা কর। [DB'17]

উত্তর: কোনো বর্তনীর এক বিন্দু থেকে অপর বিন্দুতে একটি একক ধনাত্মক আধান আনতে যে কাজ সম্পন্ন হয় থাকে ঐ দুই বিন্দুর বিভব পার্থক্য বলে। আবার, একটি একক ধনাত্মক আধানকে কোনো বর্তনীর এক বিন্দু থেকে কোষসহ সম্পূর্ণ বর্তনী ঘুরিয়ে আণতে যে কাজ সম্পন্ন তাকে ঐ কোষের তড়িচ্চালক বল বলে।

তড়িচ্চালক বল গণনার সময় কোষের অভ্যন্তরীণ রোধ গণ্য করতে হয়, যার কারণে কাজের মান বৃদ্ধি পায়। তাই বর্তনীতে বিভব পার্থক্য ও তড়িচ্চালক বল এক হয় না।

33. হারানো ভোল্ট বলতে কী বুঝায়? [RB'17; Din.B'17]

উত্তর: কোষের তড়িচ্চালক শক্তির একটা অংশ যা কোষের ভেতর দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ চালনা করতে ব্যয়িত হয় তাকে হারানো ভোল্ট বা নষ্ট ভোল্ট বলে। তড়িৎ প্রবাহ চলাকালীন ভোল্টমিটারের সাহায্যে কোনো কোষের দুই পাতের বিভব পার্থক্য পরিমাপ করা হলে মুক্ত অবস্থায় বিভব পার্থক্যের চেয়ে কিছুটা বিভব পার্থক্য কম পাওয়া যায়। এই বিভব পার্থক্যের হ্রাসকেই হারানো ভোল্ট বলা হয়।

বিভব পার্থক্য হলো কোনো বর্তনীর যেকোনো দুই বিন্দুর বৈদ্যুতিক বিভবের পার্থক্য। কিন্তু কোনো কোষের দুই প্রান্তের বৈদ্যুতিক চাপের পার্থক্যকে তড়িচ্চালক বল বলে।

বর্তনীতে তড়িচ্চালক বল, বিভব পার্থক্য অপেক্ষা বেশি হয়। কারণ, কোষের অভ্যন্তরীণ রোধের জন্য কোষে কিছু বিভব পতন ঘটে। ফলে, বর্তনীর বিভব পার্থক্য ও তড়িচ্চালক বল এক হয় না।

34. অ্যালুমিনিয়াম রোধের গুণাংক $3.9 \times 10^{-3} (°C)^{-1}$ বলতে কী বোঝায়? [BB'17]

উত্তর: অ্যালুমিনিয়াম রোধের গুণাঙ্ক $3.9 \times 10^{-3}/°C$ বলতে বোঝায় যে, $0°C$ তাপমাত্রায় 1Ω রোধবিশিষ্ট অ্যালুমিনিয়াম তারের তাপমাত্রা $1°C$ বাড়ালে এর রোধ $3.9 \times 10^{-3}\Omega$ বৃদ্ধি পায়।

35. কির্শফের দ্বিতীয় সূত্রটি $\Sigma IR + \Sigma E = 0$ আকারে লিখলে কোন বর্তনীর লুপে সূত্রটি প্রয়োগের ক্ষেত্রে **IR** ও **E** এর চিহ্নের নিয়ম কীরূপ হবে? [CB'17]

উত্তর: কার্শফের দ্বিতীয় সূত্রটি $\sum IR + \sum E = 0$ আকারে লিখলে কোনো বর্তনীর লুপে সূত্রটি প্রয়োগের ক্ষেত্রে IR ও E-এর চিহ্নের নিয়ম একই দিকে হবে। অর্থাৎ উভয়কেই প্রবাহের দিকে ধনাত্মক অথবা ঋণাত্মক ধরতে হবে।

◆ CQ: সম্ভাব্য অনুধাবনমূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে পরিবাহীর রোধ বাড়ে কেন?

উত্তর: পরিবাহীর মধ্যে মুক্ত ইলেকট্রনের প্রবাহের ফলে তড়িৎ প্রবাহ সৃষ্টি হয়। মুক্ত ইলেকট্রন প্রবাহের সময় পরিবাহীর অণু পরমাণুর সাথে সংঘর্ষে লিপ্ত হয়, যার কারণে পরিবাহীতে রোধের উদ্ভব হয়। তাপমাত্রা বাড়লে অতিরিক্ত শক্তি পাওয়ায় পরিবাহীর অণু পরমাণুগুলোর কম্পন বেড়ে যায়, ফলে মুক্ত ইলেকট্রনগুলোর সাথে এদের সংঘর্ষ বৃদ্ধি পায় এবং প্রবাহ চলার পথে বেশি বাধার সৃষ্টি হয়-এতে করে পরিবাহীর রোধ বৃদ্ধি পায়। তাপমাত্রা বাড়লে পরিবাহীর রোধ বাড়ে, কিন্তু রোধ তাপমাত্রার সমানুপাতিক নয়। রোধের উষ্ণতা সহগ তাপমাত্রার সাথে রোধের সম্পর্ক স্থাপন করে।

02. কোনো তড়িৎ কোষের প্রান্তীয় বিভব তার তড়িচ্চালক বলের সমান হয় কি?

উত্তর: কোষের তড়িচ্চালক বল, $E = V + Ir$, এখানে, V = প্রান্তীয় বিভব এবং r = অভ্যন্তরীণ রোধ।

প্রান্তীয় বিভব, $V = E - Ir$। সুতরাং দুটি শর্তে, $V = E$ হতে পারে।

(i) $r = 0$ অর্থাৎ কোষটির অভ্যন্তরীণ রোধ শূন্য হলে – যা বাস্তবে সম্ভব নয়।

(ii) $I = 0$ অর্থাৎ কোষটির মধ্য দিয়ে কোনো তড়িৎ প্রবাহ না গেলে।

03. কির্শফের সূত্রগুলো কী?

উত্তর: প্রথম সূত্রঃ বিদ্যুৎ বর্তনীর কোনো সংযোগ বিন্দুতে মিলিত প্রবাহ মাত্রাগুলোর বীজগাণিতিক যোগফল শূন্য হয়।

দ্বিতীয় সূত্রঃ কোনো বদ্ধ বর্তনীর অন্তর্গত মোট তড়িৎচ্চালক শক্তি (e.m.f) ওই বর্তনীর বিভিন্ন শাখাগুলোর রোধ এবং তাদের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত সংশ্লিষ্ট বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রার গুণফলসমূহের বীজগাণিতিক যোগফলের সমান।

04. কোনো বর্তনীতে সৃষ্ট তাপ কী কী বিষয়ের উপর নির্ভর করে?

উত্তর: আমরা জানি, কোনো বর্তনীতে উৎপন্ন তাপ, $H = I^2Rt$ যেখানে, I = বর্তনীর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ; R = বর্তনীর তুল্য রোধ; t = সময়। সুতরাং, কোনো বর্তনীতে সৃষ্ট তাপ বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহ, উপস্থিত রোধ এবং অতিবাহিত সময় এর উপর নির্ভর করে।

05. মৌলিক কোষ ব্যাখ্যা কর।

উত্তর: যে তড়িৎ কোষ নিজেই নিজের রাসায়নিক শক্তি হতে সরাসরি তড়িৎ শক্তি উৎপন্ন করে তড়িৎ প্রবাহ বজায় রাখে, তাকে প্রাথমিক কোষ বা মৌলিক কোষ বলে। ভোল্টার কোষ, লেকল্যান্স কোষ, শুষ্ক কোষ ইত্যাদি প্রাথমিক কোষের উদাহরণ।

06. তড়িচ্চালক বল ও বিভব পার্থক্যের মধ্যে পার্থক্য আলোচনা কর।

উত্তর: কোনো তড়িৎ বর্তনী এক বিন্দু হতে 1C চার্জকে তড়িৎ কোষসহ সম্পূর্ণ বর্তনী একবার ঘুরিয়ে ঐ বিন্দুতে আনতে যত জুল কাজ সম্পন্ন করা হয় কোষের তড়িচ্চালক বল তত ভোল্ট হয়। অন্যদিকে, 1C চার্জকে কোনো বৈদ্যুতিক বর্তনীতে বিদ্যমান একটি রোধের এক প্রান্ত হতে অপর প্রান্তে নিতে যত জুল কাজ সম্পন্ন হয়, রোধের দু'প্রান্তে বিভব পার্থক্য তত ভোল্ট। তড়িচ্চালক শক্তি (E) ও বিভব পার্থক্যের মধ্যে সম্পর্ক হল: $E = V + Ir$ যখন $I = 0$, তখন $E = V$ হয়।

07. তামার আপেক্ষিক রোধ $1.78 \times 10^{-8}\Omega m$ বলতে কী বুঝ?

উত্তর: তামার আপেক্ষিক রোধ $1.78 \times 10^{-8}\Omega m$ বলতে বুঝায়, কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় একক দৈর্ঘ্য ও একক প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট তামার তৈরী কোনো তারের রোধ $1.78 \times 10^{-8}\Omega m$ মানের।

08. বর্তনীতে বিদ্যুৎ প্রবাহ চলার ক্ষেত্রে অভ্যন্তরীণ রোধের ভূমিকা কী?

উত্তর: V এবং Ir যথাক্রমে বহিঃবর্তনীর রোধের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য এবং কোষের অভ্যন্তরে r-এর জন্য বিভব পতন। V-কে বলা হয় প্রান্তীয় বিভব পার্থক্য বা ভোল্টেজ (Terminal potential difference or voltage)।

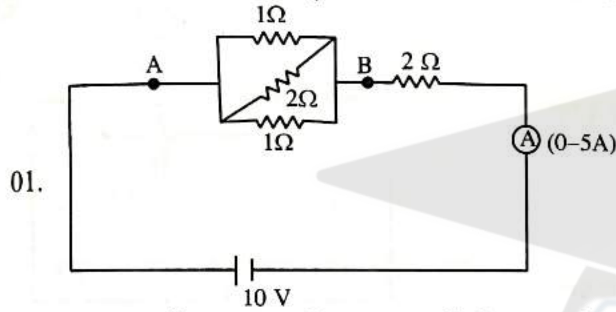
অর্থাৎ বর্তনীতে প্রবাহ চলাকালীন কোষের প্রান্তদ্বয়ের মধ্যে বিভব পার্থক্যই V।

সমীকরণ হতে এটা স্পষ্ট যে, $V < E$

প্রান্তীয় ভোল্টেজ তড়িচ্চালক শক্তির চেয়ে কম হওয়ার কারণ হলো যে কোষের অভ্যন্তরীণ রোধের ভেতর দিয়ে প্রবাহ চালনা করার জন্য কিছু পরিমাণ তড়িচ্চালক বল প্রয়োজন হয়। এর ফলে কোষের ভেতর বিভব পতন ঘটে। সুতরাং দেখা যাচ্ছে যে কোষের দুই প্রান্তের মধ্যে Ir পরিমাণ বিভব পার্থক্য কমে যায়; অর্থাৎ Ir পরিমাণ ভোল্ট বহিঃবর্তনীতে কোনো কাজে আসে না, বরং নষ্ট হয় এজন্য Ir-কে নষ্ট ভোল্ট (Lost volt) বলা হয়। নষ্ট ভোল্ট, $Ir = E - V$

প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতামূলক সৃজনশীল প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

◆ **CQ: বিগত বছরসমূহের বোর্ড পরীক্ষার প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতামূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর** ⟶

01. 

সংযুক্ত অ্যামিটারের অভ্যন্তরীণ রোধ **0.5 Ω.** **[DB'22]**

(গ) বর্তনীর **A** ও **B** বিন্দুর মধ্যবর্তী বিভব পার্থক্য নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) বর্তনীর **2 Ω** রোধটি অপসারণ করলে অ্যামিটারের কি পরিবর্তনে প্রবাহমাত্রা পরিমাপ করা যাবে? গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. A ও Bএর মধ্যকার তুল্যরোধ, $R_P = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\right)^{-1}$

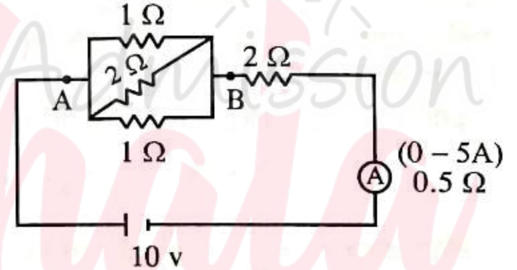
$= \left(\frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{1}\right)^{-1} = 0.4\ \Omega$

$R_s = R_P + R_4 = 0.4 + 2 = 2.4\ \Omega$

বর্তনীর মধ্যকার তড়িৎ প্রবাহ, $I = \frac{E}{r + R_s} = \frac{10}{0.5 + 2.4} = 3.448\ A$

$\therefore$ A ও B বিন্দুর মধ্যকার বিভব পার্থক্য, $V_{AB} = I \times R_{AB}$

$= I \times R_P = (3.448 \times 0.4) = 1.37V = 1.3792\ V$ **(Ans)**



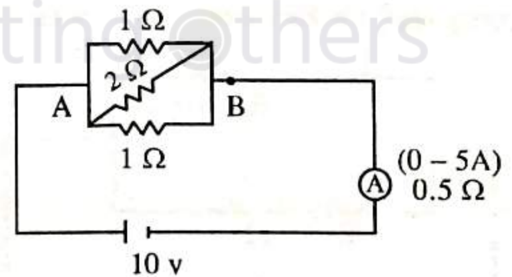
ঘ. 2 Ω অপসারণ করার পর বর্তনীর

তুল্যরোধ, $R = \left(\frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{1}\right)^{-1} = 0.4\ \Omega$

$\therefore$ বর্তনীর মধ্যকার তড়িৎ প্রবাহ, $I' = \frac{E}{R + r} = \frac{10}{0.4 + 0.5\ A}$

$= 11.111\ A$

অ্যামিটারের প্রবাহমাত্রা $(0 - 5A)$, তাই পাল্লা বৃদ্ধি করতে হলে অ্যামিটারের সাথে সমান্তরালে অত্যন্ত অল্পমাত্রার রোধ যুক্ত করতে হবে।



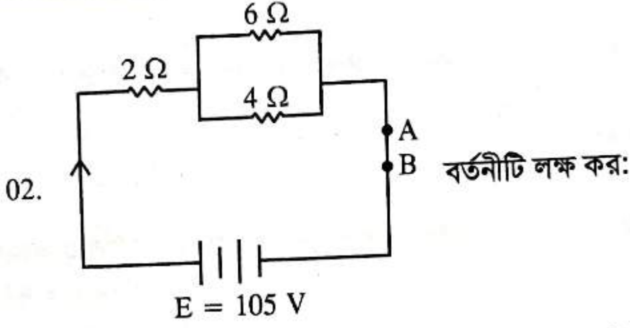
আমরা জানি, $s = \frac{r}{n-1} = \frac{0.5}{2.2222 - 1} = 0.41\ \Omega$

এখানে, $n = \frac{I'_{max}}{I_{max}} = \frac{11.111}{5} = 2.2222$

$r = 0.5\ \Omega$

$\therefore$ 0.41 Ω রোধ অ্যামিটারের সাথে সমান্তরালে সংযোগ করলে প্রবাহমাত্রা পরিমাপ করা যাবে।

Note: উদ্দীপকের 2Ω রোধ অপসারণ করতে বলা হয়েছে কিন্তু প্রশ্নে 2Ω রোধ আছে ২টি। তাই আমরা শ্রেণিতে যুক্ত 2Ω রোধকে অপসারণ করেই প্রশ্নটি সমাধান করা হয়েছে।

02. 

বর্তনীটি লক্ষ কর: [RB'22]

(গ) 10 সেকেন্ডে 2 Ω এ উৎপন্ন তাপের পরিমাণ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) A ও B বিন্দুর মধ্যে '40 W−100 V' এর একটি বাল্ব শ্রেণিতে স্থাপন করলে ইহা পূর্ণ উজ্জ্বলতার সাথে জ্বলবে কিনা-গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. দেওয়া আছে,

$E = 105$ V

$t = 10$ sec

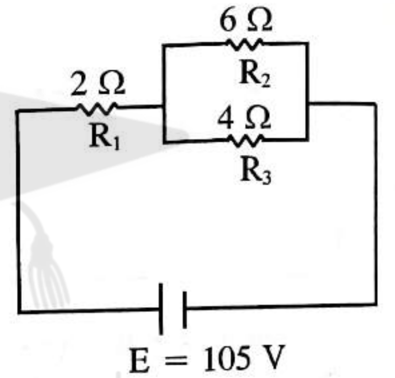
তুল্যরোধ, $R = (R_1 + R_2||R_3) = 2 + \left(\frac{1}{6}+\frac{1}{4}\right)^{-1} = (2 + 2.4)\ \Omega$

$= 4.4\ \Omega$

∴ তড়িৎ প্রবাহ, $I = \frac{E}{R} = \frac{105}{4.4} = 23.864$ A

যেহেতু, বর্তনীতে 2Ω এর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হয় 23.864 A

∴ তাপের পরিমাণ, $Q = I^2Rt = 23.864^2 \times 2 \times 10 = 11389.8$ J **(Ans.)**



ঘ. দেওয়া আছে,

বাল্বের ক্ষমতা, $P = 40$ W

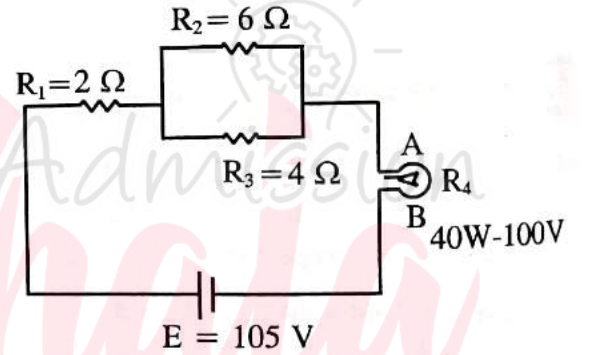
বিভব পার্থক্য, $V = 100$ V

∴ $R_4 = \frac{V^2}{P} = \frac{100^2}{40} = 250\ \Omega$

বাল্বটি সাপ্লাই চেইনের সাথে সিরিজে যুক্ত করা তাই R_1 এর সাথে R_4 শ্রেণিতে যুক্ত।

∴ তুল্যরোধ, $R_{eq} = (R_1 + R_4 + R_2||R_3)$

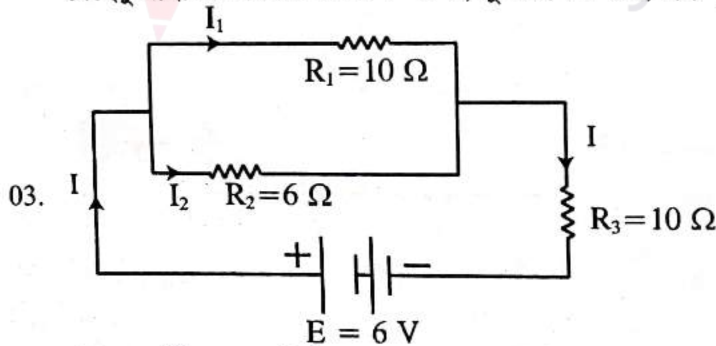
$= 2 + 250 + \left(\frac{1}{6}+\frac{1}{4}\right)^{-1}\ \Omega = 254.4\ \Omega$



∴ তড়িৎ প্রবাহ, $I' = \frac{E}{R_{eq}} = \frac{105}{254.4}$ A $= 0.413$ A

∴ বাল্বের কার্যকর ক্ষমতা, $P' = I'^2R_4 = 0.413^2 \times 250 = 42.64$ W

যেহেতু বাল্বটির কার্যকর ক্ষমতা $P' > P$, সুতরাং বলা যায়, ইহা পূর্ণ উজ্জ্বলতার সাথে জ্বলবে।

03. 

[Ctg.B'22]

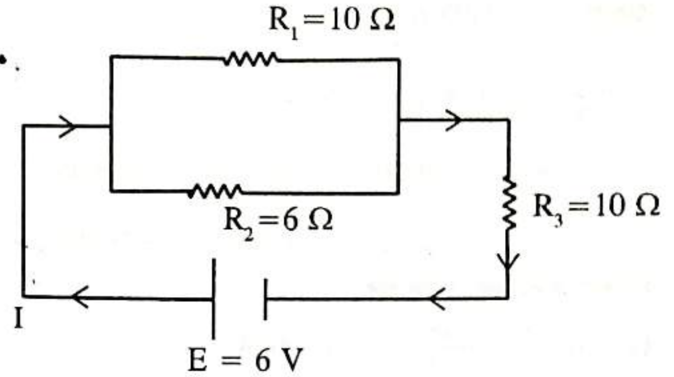
(গ) বর্তনীর প্রবাহ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) R_3 এর সাথে কত মানের রোধ কীভাবে যুক্ত করলে এর ভেতর দিয়ে R_1 এর সমান প্রবাহ পাওয়া যাবে? গাণিতিকভাবে তোমার মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. R_1 ও R_2 সমান্তরালে অবস্থিত তাই, $R_P = \left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right)^{-1}$

$= \left(\frac{1}{10}+\frac{1}{6}\right)^{-1} = 3.75\ \Omega$



R_P ও R_3 শ্রেণিতে অবস্থিত, $\therefore R_{eq} = R_P + R_3$

$= (3.75 + 10)\Omega = 13.75\ \Omega$

এখানে, $E = 6\ V$

$R_{eq} = 13.75\ \Omega$

আমরা জানি,

তড়িৎ প্রবাহ, $I = \frac{E}{R_{eq}} = \frac{6}{13.75} = 0.436\ A$ **(Ans.)**

ঘ. R_3 রোধ শ্রেণিতে এবং R_1 রোধ, R_2 রোধের সাথে সমান্তরালে যুক্ত থাকায় , $I = I_3 > I_1$

মনে করি, R_3 রোধের সাথে সমান্তরাল R রোধ যুক্ত করলে R_3 রোধের ভেতর দিয়ে R_1 এর সমান প্রবাহ পাওয়া যাবে। R রোধ, R_4 রোধের সাথে সমান্তরাল যুক্ত করায়, পরিবর্তিত তড়িৎ প্রবাহ $= I'$

সেক্ষেত্রে, তড়িৎ বিভাজন নিয়মানুসারে,

R_1 রোধের ভেতর দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ, $I_1' = \frac{R_2}{R_1+R_2} \times I'$

এবং R_3 রোধের ভেতর দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ, $I_3' = \frac{R}{R_3+R} \times I'$

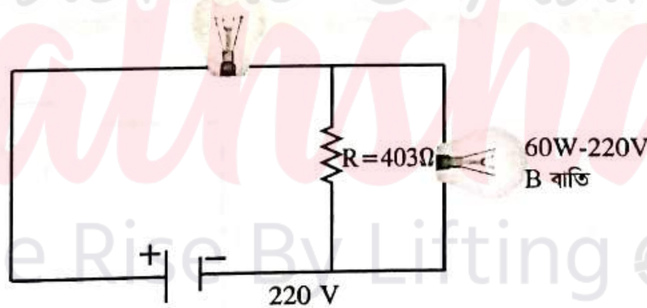
R_1এবং R_3 রোধে তড়িৎ প্রবাহ সমান হলে,

$I_1' = I_3' \Rightarrow \frac{R_2}{R_1+R_2} \times I' = \frac{R}{R_3+R} \times I' \Rightarrow \frac{R_2}{R_1+R_2} = \frac{R}{R_3+R} \Rightarrow \frac{6}{10+6} = \frac{R}{10+R} \Rightarrow 60 + 6R = 16R \Rightarrow 10R = 60$

$\therefore R = 6\ \Omega$

$\therefore R_3$ রোধের সাথে 6Ω রোধ সমান্তরালে যুক্ত করলে এর ভেতর দিয়ে R_1 এর সমান প্রবাহ পাওয়া যাবে।

04. উদ্দীপকের বর্তনীতে দুটি **60 W – 220 V** লেখা বাল্ব সংযুক্ত **220 V** উৎসের সাথে সংযোগ দেয়া হলো। **[SB'22]**



চিত্র: বর্তনী

(গ) প্রত্যেক বাতির ফিলামেন্টের রোধ কত? ৩

(ঘ) উদ্দীপকের বর্তনী হতে **'R'** রোধ অপসারণ করলে **A** ও **B** বাতির উজ্জ্বলতা বাড়বে না কমবে- গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. দেওয়া আছে, বাতির ক্ষমতা, $P = 60\ W$

দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য, $V = 220\ V$

রোধ, $R = ?$

এখন, $P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow R = \frac{V^2}{P} = \frac{220^2}{60} = 806.67\ \Omega$

ঘ. R রোধ অপসারণ করার পূর্বে,

বর্তনীর মূল প্রবাহ, $I = \frac{V}{Req} = \frac{220}{\left(\frac{1}{806.67}+\frac{1}{403}\right)^{-1}+806.67} = 0.2046$ A

তাহলে, $I_A = 0.2046$ A

$I_B = \frac{403}{403+806.67} \times I_A = 0.0682$ A

$P_A = I_A^2 R_A = (0.2046^2 \times 806.67)W = 33.76$ W

$P_B = I_B^2 R_B = (0.0682^2 \times 806.67)W = 3.75$ W

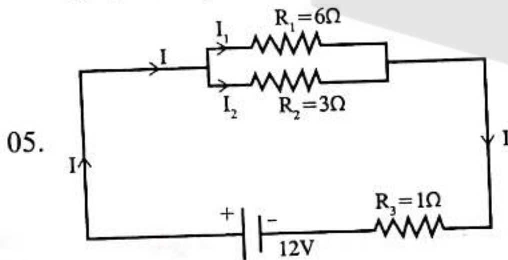
R রোধ অপসারণ করার পর:

$I_A = I_B = \frac{220}{806.67+806.67} = 0.136$ A

$P_A = P_B = I_A^2 R_A = 0.136^2 \times 806.67 = 14.9$ W

তাহলে, 'R' রোধ অপসারণ করলে,

A বাতির উজ্জ্বলতা কমবে, B বাতির উজ্জ্বলতা বাড়বে।

05. 

[BB'22]

(গ) প্রদত্ত বর্তনীর মূল তড়িৎ প্রবাহমাত্রা নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) বর্তনীতে 1 মিনিট তড়িৎ প্রবাহ চললে কোন রোধকে বেশি তাপ উৎপন্ন হবে? গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. 3 এর 'গ' নং এর অনুরূপ

ঘ. বর্তনীতে R_1 ও R_2 সমান্তরালে অবস্থিত। তাই বলা যায়, তড়িৎ প্রবাহ I_1 ও I_2 তে বিভক্ত হয়।

'গ' হতে পাই, I = 4 A

Current divider law হিসাবে,

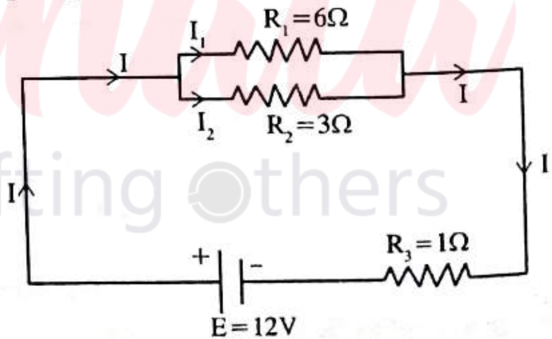
R_1 এর মধ্যকার তড়িৎ প্রবাহ,

$I_1 = \frac{R_2}{R_1 \times R_2} \times I = \frac{3}{6+3} \times 4 = \frac{4}{3}$ A

R_2 এর মধ্যকার তড়িৎ প্রবাহ,

$I_2 = \frac{R_1}{R_1+R_2} \times I = \frac{6}{6+3} \times 4 = \frac{8}{3}$ A

R_3 এর মধ্যকার তড়িৎ প্রবাহ, I = 4 A



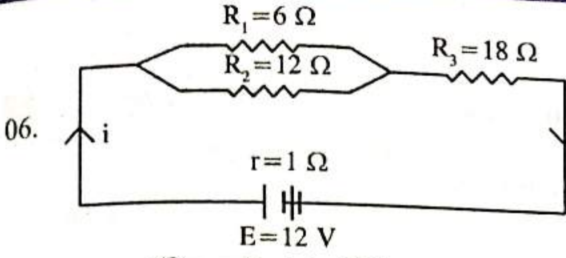
বর্তনীতে 1 minute তড়িৎ প্রবাহ চললে,

R_1 এর মধ্যকার তাপ প্রবাহ, $Q_1 = I_1^2 R_1 t = \left(\frac{4}{3}\right)^2 \times 6 \times 60 = 640$ J [t = 1 min = 60 sec]

$\therefore$ R_2 এর মধ্যকার তাপ প্রবাহ, $Q_2 = I_2^2 R_2 t = \left(\frac{8}{3}\right)^2 \times 3 \times 60 = 1280$ J

$\therefore$ R_3 এর মধ্যকার তাপ প্রবাহ, $Q_3 = I_3^2 R_3 t = 4^2 \times 1 \times 60 = 960$ J

$\therefore$ R_2 এর মধ্যদিয়ে বর্তনীতে 1 minute-এ সবচেয়ে বেশি তাপ উৎপন্ন হবে। **(Ans.)**

06. 

উদ্দীপকে একটি বর্তনী দেখানো হলো: [JB'22]

(গ) বর্তনীর মোট প্রবাহ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) R_3 এর সাথে কত রোধ, কীভাবে সংযুক্ত করলে এর ভিতর দিয়ে R_2 এর সমান প্রবাহ পাওয়া যাবে–গাণিতিকভাবে দেখাও। ৪

উত্তর

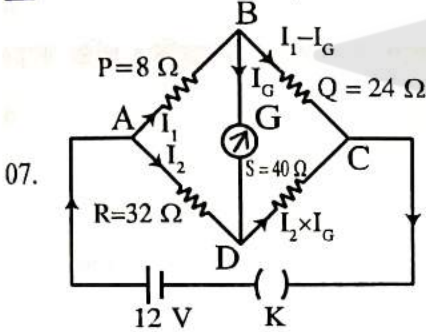
গ. R_1 ও R_2 সমান্তরাল সমবায়ে,

তুল্যরোধ R_p হলে, $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{6} + \frac{1}{12} = \frac{1}{4} \therefore R_p = 4\ \Omega$

R_p, R_3 ও r শ্রেণি সমবায়ে,

তুল্যরোধ R_s হলে, $R_s = R_p + R_3 + r = 23\ \Omega \therefore$ মোট প্রবাহ, $I = \frac{E}{R_s} = \frac{12}{23}A = 0.52A$ **(Ans.)**

ঘ. 3 এর 'ঘ' নং এর অনুরূপ

07. 

[CB'22]

(গ) **DC** বাহুতে কত মানের রোধ কীভাবে যুক্ত করলে ব্রীজটি সাম্যাবস্থা লাভ করবে? ৩

(ঘ) গ্যালভানোমিটারের নিঃস্পন্দ অবস্থায় **ABC** এবং **ADC** অংশের প্রবাহমাত্রার অনুপাত এবং রোধের অনুপাত একই হবে কি? গাণিতিকভাবে তোমার মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. হুইটস্টোন ব্রীজের সাম্যাবস্থায়,

$\frac{P}{Q} = \frac{R}{S'}$

বা, $S' = \frac{RQ}{P}$

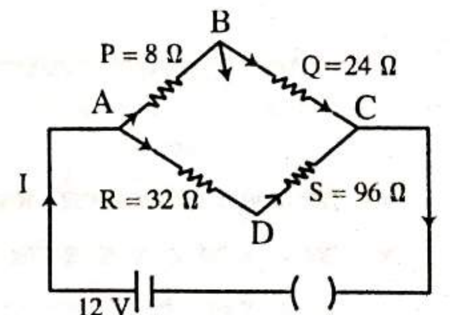
$= \frac{32 \times 24}{8} = 96\ \Omega$

$P = 8\ \Omega$
$Q = 24\ \Omega$
$R = 32\ \Omega$
$S = 40\ \Omega$
$S' = ?$

সুতরাং, $(S' - S)\ \Omega$ বা, $(96 - 40)\ \Omega$ বা, $56\ \Omega$ রোধ DC বাহুতে শ্রেণিতে যুক্ত করতে হবে।

ঘ. গ্যালভানোমিটার নিঃস্পন্দ অবস্থায় DC বাহুতে $96\ \Omega$ রোধ যুক্ত থাকবে।

তাহলে, বর্তনী চিত্রটি হবে নিম্নরূপ (গ্যালভানোমিটার নিষ্ক্রিয়):



তাহলে, ABC অংশে রোধ, $R_{ABC} = P + Q = (8 + 24)\ \Omega = 32\ \Omega$

ADC অংশে রোধ, $R_{ADC} = R + S = (32 + 96)\ \Omega = 128\Omega$

তাহলে, $\frac{R_{ABC}}{R_{ADC}} = \frac{32}{128} = \frac{1}{4}$

এখন, বর্তনীয় তুল্যরোধ R_p হলে, $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_{ABC}} + \frac{1}{R_{ADC}} = \frac{1}{32} + \frac{1}{128}$

$\therefore R_p = 25.6\ \Omega$

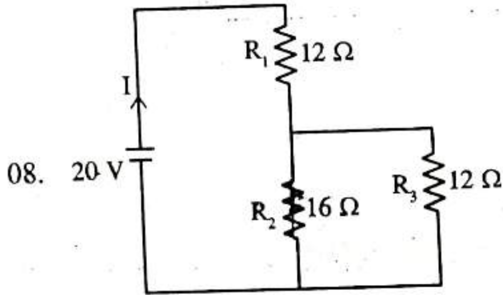
∴ মূল প্রবাহ, $I = \frac{12}{25.6} A = 0.46875 A$

ABC পথে প্রবাহ, $I_{ABC} = \frac{R_{ADC}}{R_{ABC}+R_{ADC}} \times I = \left(\frac{128}{128+32} \times 0.46875\right) A = 0.375 A$

ADC পথে প্রবাহ, $I_{ADC} = \frac{R_{ABC}}{R_{ADC}+R_{ABC}} \times I = \left(\frac{32}{128+32} \times 0.46875\right) A = 0.09375A$

এখন, $\frac{I_{ABC}}{I_{ADC}} = \frac{0.375}{0.09375} = 4 : 1$

সুতরাং, ABC ও ADC পথে প্রবাহমাত্রা ও রোধের অনুপাত একই হবে না।

08. 

[Din.B'22]

(গ) বর্তনীটিতে তড়িৎ প্রবাহ I এর মান নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের বর্তনীর R_1 এবং R_2 এর যদি পারস্পরিক স্থান পরিবর্তন করা হয় তাহলে R_3 রোধে তাপজনিত শক্তি ক্ষয়ের হারের পরিমাণ একই থাকবে কি? গাণিতিকভাবে যাচাইপূর্বক তোমার মতামত লিখ। ৪

উত্তর

গ. 3 এর 'গ' নং এর অনুরূপ

ঘ. R_p এর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য, $V_{RP} = E - IR_1 = (20 - 1.06 \times 12)V = 7.28 V$

R_3 রোধে তাপজনিত শক্তি ক্ষয়, $H = \frac{V_{RP}{}^2}{R_3} = \frac{7.28^2}{12} = 4.416 W$

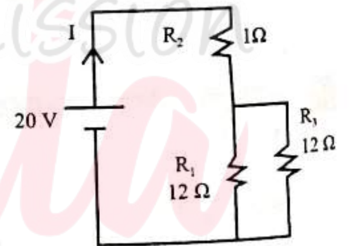
R_1 ও R_2 রোধ স্থান পরিবর্তন করলে,

তখন, বর্তনীর তুল্যরোধ হবে, $R'_S = R_2 + R_1||R_3 = (16 + 6)\Omega = 22 \Omega$

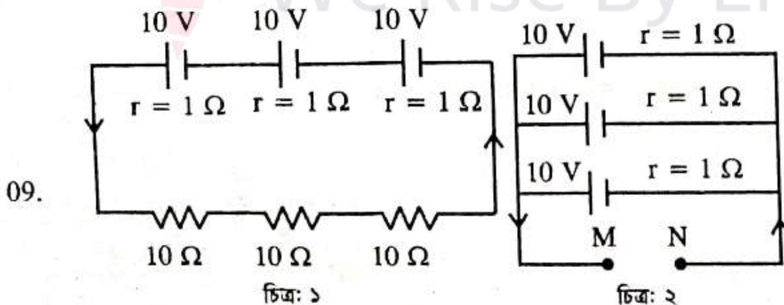
মূল প্রবাহ, $I' = \frac{E}{R'_S} = \frac{20}{22} A = 0.91 A$

R_3 এর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য, $V' = 20 - I'R_2 = 20 - 0.1 \times 16 = 5.44 V$

R_3 এর মধ্যে শক্তি ক্ষয়, $H' = \frac{V'^2}{R_3} = \frac{5.44^2}{12} = 2.466 W$



শক্তি ক্ষয়ের হারের পরিমাণ একই থাকবে না।

09. 

[MB'22]

(গ) চিত্র-১ হতে কির্শফের সূত্রের সাহায্যে প্রবাহমাত্রা নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) চিত্র-২ এ M ও N প্রান্তে চিত্র-১ এ ব্যবহৃত তিনটি রোধককেই কীভাবে বর্তনী সংযোগ দেয়া হলে সর্বোচ্চ তড়িৎ প্রবাহ পাওয়া সম্ভব? বর্তনী চিত্রসহ গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

উত্তর

গ. কির্শফের সূত্র হিসাবে, ধরি,

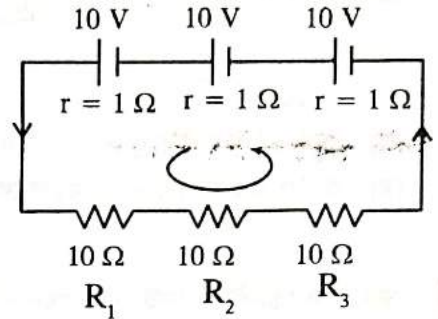
$E = \Sigma I_1 R_1$ বর্তনীর তড়িৎপ্রবাহ = I

এখানে, $IR_1 + IR_2 + IR_3 + Ir + Ir + Ir = E$

$\Rightarrow I(10 + 10 + 10 + 1 + 1 + 1) = 10 + 10 + 10.$

$\Rightarrow I \times 33 = 30.$

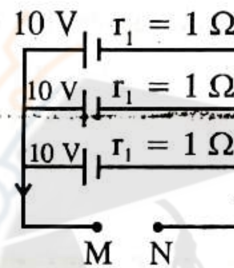
$\therefore I = \frac{30}{33}$ A = 0.909 A **(Ans.)**



ঘ. চিত্র-1 এর তিনটি রোধ R_1, R_2 ও R_3 যাদের মান 10Ω তাদের চিত্র-2 এর বর্তনীতে সংযোগ দেওয়া দরকার যেন সর্বোচ্চ তড়িৎ প্রবাহ পাওয়া যায়।

এখন, অভ্যন্তরীণ রোধসহ কোষগুলো সমান্তরাল

তাই বলা যায়, $E = \frac{\frac{E_1}{r_1}+\frac{E_2}{r_2}+\frac{E_3}{r_3}}{\frac{1}{r_1}+\frac{1}{r_2}+\frac{1}{r_3}} = \frac{\frac{10}{1}+\frac{10}{1}+\frac{10}{1}}{\frac{1}{1}+\frac{1}{1}+\frac{1}{1}} = \frac{30}{3} = 10$ V.



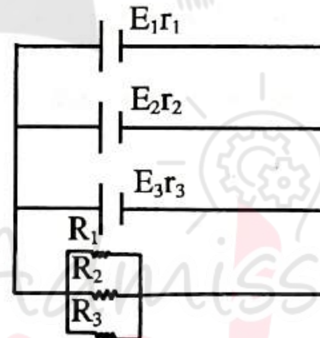
সর্বোচ্চ তড়িৎ প্রবাহ, $I_{max} = \frac{E}{R_{min}}$

R_{min} হতে হলে রোধত্রয় সমান্তরালে রাখতে হবে

অর্থাৎ, $R_{min} = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\right)^{-1} = \left(\frac{1}{10} + \frac{1}{10} + \frac{1}{10}\right)^{-1} = \frac{10}{3}\ \Omega$

এখন, $I_{max} = \frac{E}{R_{min}} = \frac{10}{\frac{10}{3}} = 3$ (Ans.)

$\therefore$ সমান্তরাল সমবায়ে রাখলে সর্বোচ্চ তড়িৎ প্রবাহ I_{max} = 3A পাওয়া যাবে।



10. **একটি বর্তনীতে 15Ω ও 20Ω মানের দুটি রোধককে সমান্তরাল সমবায়ে সাজিয়ে 9 Volt তড়িচ্চালক শক্তির সাথে যুক্ত করাতে তাতে 1A তড়িৎ প্রবাহিত হলো।** **[DB'21]**

(গ) কোষের অভ্যন্তরীণ রোধের মান কত? ৩

(ঘ) প্রত্যেক রোধকের মধ্যদিয়ে প্রবাহিত প্রবাহমাত্রার মোট মান, মূল প্রবাহের সমান হবে কিনা–গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. $R_P = \frac{15\times20}{15+20} = \frac{60}{7}\Omega$; $I = \frac{E}{R_p+r} \Rightarrow 1 = \frac{9}{\frac{60}{7}+r} \Rightarrow r = \left(9 - \frac{60}{7}\right)\Omega = \frac{3}{7}\Omega = 0.429\Omega$

ঘ.

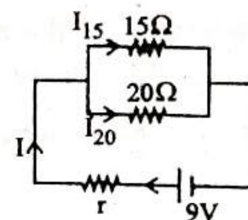
$I_{15} = \frac{20}{15+20} \times 1A = \frac{20}{35}A = \frac{4}{7}$ A

$I_{20} = \frac{15}{15+20} \times 1A = \frac{3}{7}$ A

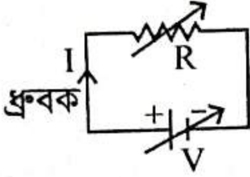
$\therefore I_{15} + I_{20} = \frac{4}{7} + \frac{3}{7} = 1A = I$

অর্থাৎ প্রত্যেক রোধকের মধ্যদিয়ে প্রবাহিত প্রবাহমাত্রার মোট মান, মূল প্রবাহের সমান হবে।

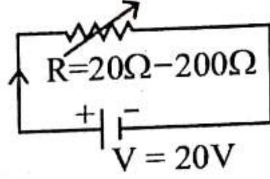
I = 1A



11. [DB'21]



চিত্র-১



চিত্র-২

(গ) চিত্র-২ এর বর্তনীতে সর্বোচ্চ বিদ্যুৎ প্রবাহ কত হবে নির্ণয় কর। ৩

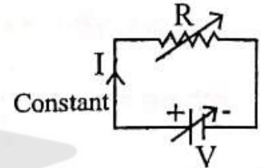
(ঘ) উদ্দীপকের বর্তনীদ্বয়ে রোধের সাথে উৎপন্ন তাপের লেখচিত্রের কোনো বৈসাদৃশ্য পরিলক্ষিত হবে কি? বিশ্লেষণসহ মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. রোধ পরিবর্তনশীল। তাই রোধ যখন সর্বনিম্ন, তখন বিদ্যুৎ প্রবাহ সর্বোচ্চ।

$\therefore R_{min} = 20\,\Omega\,; I_{max} = \frac{20V}{20\Omega} = 1\text{ A}$

ঘ. প্রথম চিত্রে,

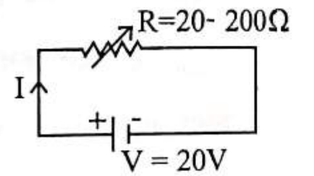


এক্ষেত্রে I ধ্রুবক। তবে V এবং R পরিবর্তনশীল।

$H = I^2Rt\,; H \propto R$ এবং $H = VIt\,; H \propto V$

অর্থাৎ রোধ অথবা বিভব পার্থক্য বেশি হলেই উৎপন্ন তাপ বেশি হবে।

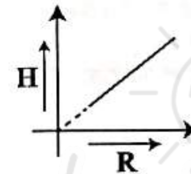
দ্বিতীয় চিত্রে,



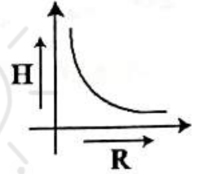
এক্ষেত্রে, V ধ্রুবক তবে I এবং R পরিবর্তনশীল। সেক্ষেত্রে $H = \frac{V^2}{R}t\,; H \propto \frac{1}{R}$

প্রথম চিত্রে $H \propto R$ এবং দ্বিতীয় চিত্রে $H \propto \frac{1}{R}$

তাই লেখচিত্রে বৈসাদৃশ্য পরিলক্ষিত হবে।



প্রথম ক্ষেত্রে



দ্বিতীয় ক্ষেত্রে

12. **200V** ও **1000W** নিমজ্জক একটি হিটার **15** মিনিটে **2.57kg** পানির তাপমাত্রা **20°C** হতে **95°C** বৃদ্ধি করতে পারে। [RB'21]

(গ) হিটারটির বৈদ্যুতিক রোধ কত? নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে হিটারটির দক্ষতা সম্পর্কে মন্তব্য কর। ৪

উত্তর

গ. আমরা জানি,

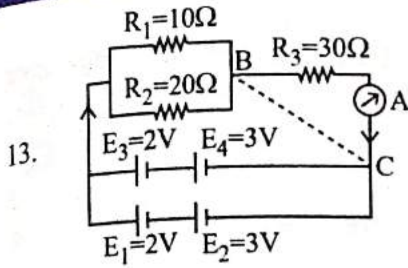
$P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow R = \frac{V^2}{P} = 40\Omega$ **(Ans.)**

দেওয়া আছে, বিভব পার্থক্য, $V = 200V$
ক্ষমতা, $P = 1000W$; রোধ, $R = ?$

ঘ. আমরা জানি,

$Q = ms(\theta_2 - \theta_1)$
$= \{2.57 \times 4200 \times (95 - 20)\}J = 809550J$
$\therefore$ কার্যকর ক্ষমতা, $P_0 = \frac{Q}{t} = 899.5W$
$\therefore$ হিটারটির দক্ষতা, $\eta = \frac{899.5}{1000} \times 100\% = 89.95\%$

দেওয়া আছে,
পানির ভর, $m = 2.57$ kg
পানির আদি তাপমাত্রা, $\theta_1 = 20°C$
পানির শেষ তাপমাত্রা, $\theta_2 = 95°C$
তাপ, $Q = ?$
ক্ষমতা, $P_0 = ?$
সময়, $t = 15$ min $= 900$s

13. 

উদ্দীপকের বর্তনীটির প্রবাহমাত্রা নির্ণয়ের জন্য অ্যামিটারের পাঠ নেয়া হলো। পরবর্তীতে **5Ω** রোধের একটি পরিবাহী তারকে **B** ও **C** বিন্দুতে যুক্ত করে পুনরায় অ্যামিটারের পাঠ নেওয়া হলো। **[RB'21]**

(গ) প্রথম ক্ষেত্রে বর্তনীর তুল্যরোধ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) কোন ক্ষেত্রে অ্যামিটারের পাঠ বেশি হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও। ৪

উত্তর

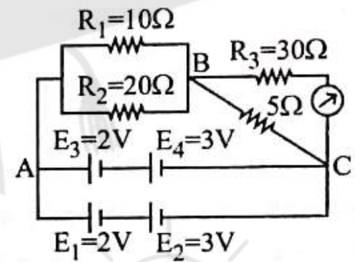
গ. এখানে, $R_1 \parallel R_2 \therefore R_P = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)^{-1} = 6.67\Omega$

আবার, R_3 ও R_P শ্রেণিতে সংযুক্ত

$\therefore R_S = R_3 + R_P = 36.67\Omega$

$\therefore$ বর্তনীর তুল্যরোধ 36.67Ω

ঘ. এখন, R_3 ও 5Ω সমান্তরালে যুক্ত $\therefore R_P = \left(\frac{1}{30} + \frac{1}{5}\right)^{-1} \Omega = 4.29\Omega$



আবার, R_1 ও R_2 এর জন্য তুল্যরোধ, $R_{P_1} = 6.67\Omega$

$\therefore$ BC যুক্ত থাকলে বর্তনীর তুল্যরোধ, $R = 10.96\Omega$

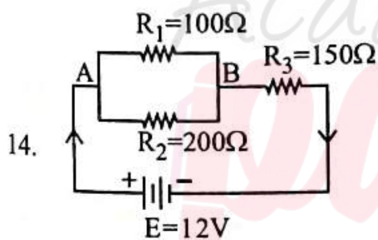
এখানে, $E_1 + E_2 = 5V$ আবার, $E_3 + E_4 = 5V$

সুতরাং বর্তনীর বিভবপার্থক্য, $V = 5V$ হবে

BC যুক্ত না থাকলে, তড়িৎপ্রবাহ, $I = \frac{E}{R} = \frac{5}{(6.67+30)} A = 0.136A$

BC যুক্ত থাকলে, মোট প্রবাহ, $I = \frac{5}{10.96} = 0.456A$

অতএব, অ্যামিটারের প্রবাহ $= I \times \frac{5}{5+30} = 0.065A \therefore$ BC যুক্ত না থাকলে অ্যামিটারে বেশি পাঠ পাওয়া যাবে।

14. 

[Ctg.B'21]

(গ) বর্তনীর R_3 রোধের মধ্যে দিয়ে প্রবাহিত প্রবাহমাত্রা নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) বর্তনীর **A** ও **B** বিন্দুর মধ্যে বিভব পার্থক্য কোষের তড়িচ্চালক শক্তির সমান হবে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে উপস্থাপন কর। ৪

উত্তর

গ. 3 এর 'গ' নং এর অনুরূপ

ঘ. 'গ' হতে পাই, তড়িৎ প্রবাহ, $I = 0.055$ A

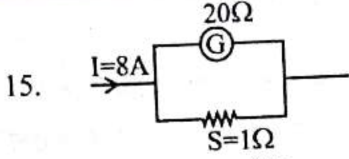
A ও B বিন্দুর মধ্যবর্তী অংশে তুল্যরোধ, $R = (100^{-1} + 200^{-1})^{-1}\ \Omega = 66.67\Omega$

$\therefore V_{AB} = IR = 0.055 \times 66.67V = 3.67V$

$V_{AB} < E$

$\therefore$ A ও B বিন্দুর মধ্যে বিভব পার্থক্য তড়িচ্চালক শক্তির চেয়ে কম হবে।

অর্থাৎ বিভব পার্থক্য এবং তড়িৎচ্চালক শক্তি সমান হবে না।

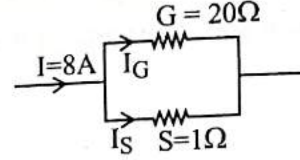
15. 

চিত্রে একটি অ্যামিটার বর্তনী দেখানো হলো যার পাল্লা $0 - 10A$ পর্যন্ত। রহিম বেশি তড়িৎ প্রবাহ পরিমাপের জন্য অ্যামিটারের পাল্লা 10 গুণ বৃদ্ধি করতে চাইলো। [Ctg.B'21]

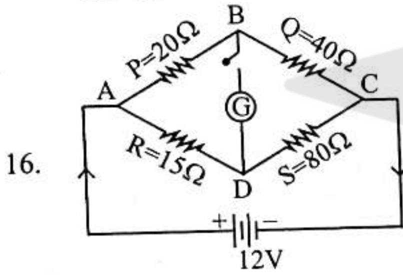
(গ) গ্যালভানোমিটারের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত তড়িৎ প্রবাহ নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) বর্তনীর কী ধরনের পরিবর্তন সাধন করলে রহিমের আকাঙ্ক্ষা পূরণ হবে– বিশ্লেষণসহ উপস্থাপন কর। ৪

উত্তর

গ. গ্যালভানোমিটারের মধ্য দিয়ে প্রবাহ, $I_G = I \times \frac{S}{G+S} = 8 \times \frac{1}{20+1} = 0.38A$



ঘ. অ্যামিটারের পাল্লা 10 গুণ বৃদ্ধি করতে চাইলে রহিমকে ক্ষুদ্র মানের শান্ট ব্যবহার করতে হবে।
শান্ট, $S' = \frac{R}{n-1} = \frac{0.9524}{10-1} = 0.1058\,\Omega$ | $R = (20||1)\Omega = 0.9524\Omega\,; n = 10$
অর্থাৎ চিত্রের বর্তনীটিতে 0.1058Ω রোধ সমান্তরালে যুক্ত করতে হবে।

16. 

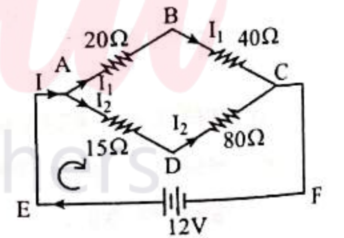
[SB'21]

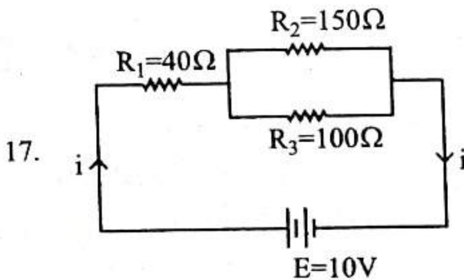
চিত্রে একটি হুইটস্টোন ব্রীজ দেখানো হয়েছে।
(গ) গ্যালভানোমিটারে চাবি K সংযুক্ত করার পর CD অংশে কত মানের রোধ কীভাবে যুক্ত করলে গ্যালভানোমিটারের কাঁটার বিক্ষেপ শূন্য হবে? ৩
(ঘ) চাবি K এর সংযোগ বিচ্ছিন্ন করে কির্শফের সূত্রের সাহায্যে P ও R কোনটির মধ্য দিয়ে অধিক প্রবাহ অতিক্রম করবে তা দেখাও। ৪

উত্তর

গ. 7 এর 'গ' নং এর অনুরূপ]

ঘ. EABCF লুপে কির্শফের সূত্র প্রয়োগ করে পাই, $-12 + 20I_1 + 40I_1 = 0$
$\Rightarrow I_1 = 0.2\ A$
EADCF লুপে কির্শফের সূত্র প্রয়োগ করে পাই,
$-12 + 15I_2 + 80I_2 = 0$
$\Rightarrow I_2 = 0.126\ A$
$\therefore$ P এর মধ্যদিয়ে অধিক প্রবাহ অতিক্রম করবে।



17. 

চিত্রে একটি বৈদ্যুতিক বর্তনী দেখানো হল। [SB'21]

(গ) বর্তনীর প্রবাহমাত্রা (i) নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) কোন রোধটি অপসারণ করলে বর্তনীর প্রবাহমাত্রা সর্বনিম্ন হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. 3 এর 'গ' নং এর অনুরূপ

ঘ. R_1 রোধকে অপসারিত করলে,

বর্তনীর তুল্যরোধ, $R_P = \left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\right)^{-1} = 60\Omega$

∴ বর্তনীর প্রবাহমাত্রা, $I_1 = \frac{10}{60} = \frac{1}{6}$ A

R_2 রোধকে অপসারিত করলে,

বর্তনীর তুল্যরোধ, $R_S = R_1 + R_3 = 140\Omega$

∴ বর্তনীর প্রবাহমাত্রা, $I_2 = \frac{10}{140} = \frac{1}{14}$ A

R_3 রোধকে অপসারিত করলে,

বর্তনীর তুল্যরোধ, $R_S = R_1 + R_2 = 190\Omega$

∴ বর্তনীর প্রবাহমাত্রা, $I_3 = \frac{10}{190}\Omega = \frac{1}{19}$ A

অতএব, R_3 কে অপসারণ করলে প্রবাহমাত্রা সর্বনিম্ন হবে।

18. **100 Ω রোধের একটি গ্যালভানোমিটারের সাথে 2Ω রোধ সমান্তরালে যুক্ত আছে। বর্তনীর মূল প্রবাহ 2A। এই যন্ত্র দ্বারা 2A এর অধিক প্রবাহ মাপা সম্ভব নয়।** **[BB'21]**

(গ) উদ্দীপকে 2Ω রোধের মধ্যদিয়ে প্রবাহিত তড়িতের মান নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপক অনুসারে কী ব্যবস্থা গ্রহণ করলে 20A তড়িৎ প্রবাহ মাপা যাবে? গাণিতিক ব্যাখ্যা কর। ৪

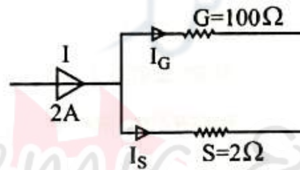
উত্তর

গ.

এখানে, $I_S = I \times \frac{G}{G+S}$

$= 2 \times \frac{100}{102}$ A

$= 1.96$ A



∴ 2Ω এর মধ্য দিয়ে 1.96A প্রবাহিত হয়।

ঘ. ধরি, 20A প্রবাহ পরিমাপের জন্য S′ মানের একটি শান্ট ব্যবহার করতে হবে।

এখানে, $S' = \frac{R}{n-1} = \frac{1.96}{10-1} = 0.218\ \Omega$

$R = (100||2)\Omega = 1.96\Omega$

$n = \frac{20}{2} = 10$

∴ গ্যালভানোমিটারের সাথে 0.218Ω রোধ সমান্তরালে লাগাতে হবে।

19. উপমা তার বাসায় একটি বৈদ্যুতিক কেতলীতে **2 Litre** পানি গরম করতে দিল। **1500W** এর কেতলীটি **220V** সরবরাহ লাইনের সাথে যুক্ত ছিল। সে দেখল **7 min** পর পানি ফুটছে। [পানির আপেক্ষিক তাপ = **4200 $Jkg^{-1}K^{-1}$**] **[BB'21]**

(গ) উৎপন্ন তাপের পরিমাণ ক্যালরী এককে নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উপরোক্ত তথ্য থেকে ঐ দিনের কক্ষ তাপমাত্রা নির্ণয় করা যাবে কি- না? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও। ৪

উত্তর

গ.

উৎপন্ন তাপের পরিমাণ, H = Pt

$= 1500 \times 420\ J = \frac{1500\times420}{4.2}$ Cal

$= 150 \times 10^3$ Cal

P = 1500 W
t = 7 min
= 7 × 60
= 420 s

ক্যালরি এককে উৎপন্ন তাপের পরিমাণ = 150 k Cal

ঘ. উপরোক্ত তথ্য হতে ঐ দিনের কক্ষ তাপমাত্রা নির্ণয় করা যাবে।

এখানে,

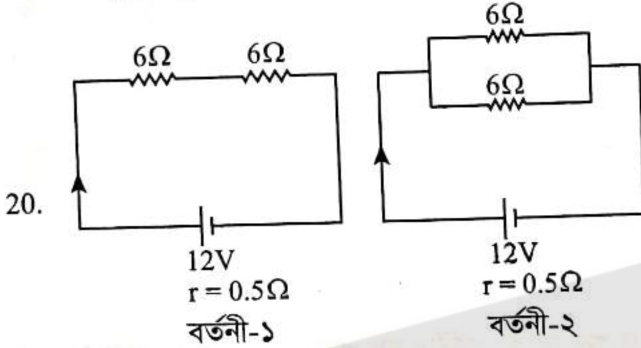
$Pt = mS\Delta\theta$

$\Rightarrow \Delta\theta = \frac{Pt}{mS}$

$= \frac{1500\times420}{2\times4200}$°C

| $m = 2$ kg
| $S = 4200$ J $kg^{-1}K^{-1}$
| $P = 1500$ W
| $t = 7 \times 60 = 420$ s
| $\theta_2 = 100°C$

$\Rightarrow \theta_2 - \theta_1 = 75°C \Rightarrow \theta_1 = (100 - 75)°C = 25°C$, যা ঐ দিনের কক্ষ তাপমাত্রা।

20. 

[JB'21]

(গ) বর্তনী-১ এ রোধের মধ্য দিয়ে কত তড়িৎ প্রবাহিত হবে? ৩

(ঘ) কোন বর্তনীতে একটি নির্দিষ্ট সময়ে বেশি তাপ উৎপন্ন হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও। ৪

উত্তর

গ.

এখানে, $R_S = (6 + 6 + 0.5)\Omega = 12.5\Omega$

আমরা জানি, $I = \frac{V}{R} = \frac{12}{12.5}A = 0.96$ A

| তড়িচ্চালক শক্তি, $E = 12V$
| তুল্যরোধ, $R_S = ?$
| তড়িৎ প্রবাহ, $I = ?$
| অভ্যন্তরীণ রোধ, $r = 0.5\Omega$

ঘ. উভয় ক্ষেত্রে তড়িচ্চালক শক্তি, $E = 12V$

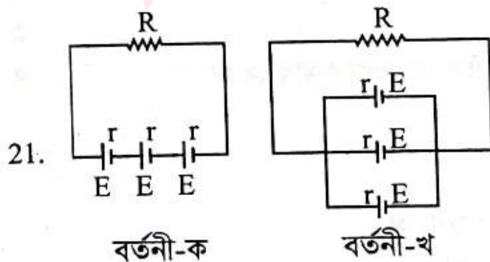
আমরা জানি, E ধ্রুবক হলে, তাপ, $Q \propto \frac{1}{R}$ $\left[Q = \frac{V^2}{R} \times t\right]$

১ম ক্ষেত্রে তুল্যরোধ, $R_S = 12.5\Omega$

২য় ক্ষেত্রে তুল্যরোধ, $R_B = \left\{\left(\frac{1}{6} + \frac{1}{6}\right)^{-1} + 0.5\right\}\Omega = 3.5\Omega$

$\therefore \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{3.5}{12.5} = 0.28 < 1 \therefore Q_1 < Q_2$

অতএব ২য় বর্তনীতে নির্দিষ্ট সময়ে তাপ বেশি উৎপন্ন হবে।

21. 

[JB'21]

$E = 5V, r = 0.2\Omega, R = 40\Omega$

(গ) 'ক' বর্তনীতে তড়িৎ প্রবাহ মাত্রা কত? ৩

(ঘ) কোন বর্তনীতে বেশি শক্তি অপচয় হবে, গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে ব্যাখ্যা কর। ৪

উত্তর

গ. আমরা জানি,

$I = \frac{nE}{nr+R} = \frac{3\times5}{3\times0.2+40} A = 0.3695\ A$ **(Ans.)**

অভ্যন্তরীণ রোধ, $r = 0.2\ \Omega$
তড়িচ্চালক বল, $E = 5V$
রোধ, $R = 40\Omega$
তড়িৎ প্রবাহ, $I = ?$
$n = 3$

ঘ.

বর্তনী-ক এ তড়িৎ প্রবাহ মাত্রা, $I = 0.3695\ A$

$V = 0.2\Omega$
$R = 40\ \Omega$

বর্তনীর মোট রোধ, $R_S = nr + R = 3 \times 0.2 + 40 = 40.6\ \Omega$

∴ শক্তি অপচয় $= I'R_S = 5.543\ W$

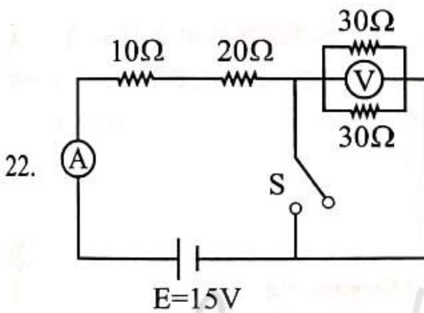
বর্তনী-খ এ তড়িৎ প্রবাহমাত্রা, $I' = \frac{nE}{nR+r} = 0.125\ A$

$E = 5V$
$n = 3$

বর্তনীর মোট রোধ, $R_P = nR + r = 120.2\Omega$

∴ শক্তি অপচয় $= I'R_P = 1.878\ W$

∴ বর্তনী-ক এ অপচয় বেশি ঘটবে।

22. 

[CB'21]

(গ) চাবি S খোলা অবস্থায় বর্তনীর ভোল্টমিটার (V) এর পাঠ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) চাবি S বন্ধ করে দিলে অ্যামিটারের পাঠের কীরূপ পরিবর্তন হয়- গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। ৪

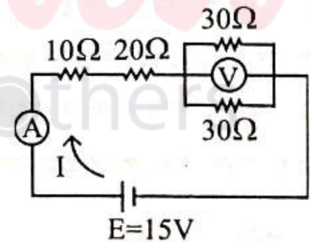
উত্তর

গ.

তুল্যরোধ, $R_{eq} = 10 + 20 + \frac{30\times30}{60} = 45\Omega$

$I = \frac{E}{R_{eq}} = \frac{15}{45} = \frac{1}{3} A$

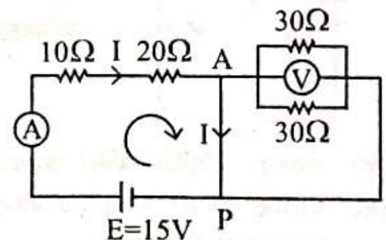
ভোল্টমিটারের পাঠ $= \left(\frac{1}{3} \times \frac{30\times30}{60}\right) V = 5V$



ঘ. $R_{eq} = (10 + 23)\Omega = 30\Omega$

$I = \frac{15}{30} = \frac{1}{2}\ A$

অ্যামিটারের পাঠ হবে 0.5 A কারণ, চাবি বন্ধ করলে AP অংশ দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ হবে। অন্যদিকে, চাবি 'S' খোলা অবস্থায় অ্যামিটার পাঠ $\frac{1}{3}$ A। অর্থাৎ, অ্যামিটারের পাঠ $\left(\frac{1}{2} - \frac{1}{3}\right) A = \frac{1}{6} A$ বেড়ে যাবে।



23. **A** ও **B** দুটি বৈদ্যুতিক বাল্ব যাদের গায়ে যথাক্রমে **120W-220V** ও **60W-220V** লেখা আছে। বাল্ব দু'টিকে **220V** বিভব উৎসের সাথে প্রথমে সমান্তরালে ও পরে শ্রেণিতে যুক্ত করা হল। [CB'21]

(গ) প্রথম ক্ষেত্রে **5s** সময় ধরে তড়িৎ প্রবাহ চালনা করলে কী পরিমাণ তড়িৎ শক্তি ব্যয় হয় তা নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) সংযোগের ধরন পরিবর্তনের ফলে বাল্ব দুটির উজ্জ্বলতার কোনো পরিবর্তন হবে কি-না – গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. $P_1 = \frac{V^2}{R_1} \therefore R_1 = \frac{1210}{3}\Omega \therefore R_2 = \frac{V^2}{P_2} = \frac{2420}{3}\Omega$

$R_{eq} = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)^{-1}\Omega \therefore R_{eq} = \frac{2420}{9}\Omega$

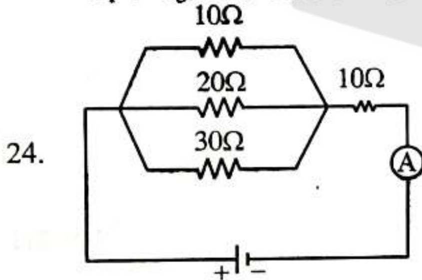
$W = \frac{(220)^2}{\frac{2420}{9}} \times 5 = 900\,J$ **(Ans.)**

ঘ. সমান্তরালে সংযোগে ক্ষমতা, $P_P = \frac{V^2}{R_{eq}} = 180\,W$

সিরিজে তুল্যরোধ, $R_S = \frac{1210}{3} + \frac{2420}{3} = 1210\Omega$ | $R_{eq} = \frac{2420}{9}\Omega$

$P_S = \frac{V^2}{R_s} = 40\,W$

$\because P_P > P_S$; তাই সমান্তরাল সংযোগে উজ্জ্বলতা বেশি, সিরিজে কম।

24. 

চিত্রে, তড়িৎ কোষের তড়িৎচালক শক্তি **E = 16V** এবং অ্যামিটার দ্বারা সর্বোচ্চ **2.25A** তড়িৎ প্রবাহ মাপা যায়। পরবর্তীতে **16V** এর পরিবর্তে **150V** এর ব্যাটারি ব্যবহার করা **হলো এবং বর্তনীর অ্যামিটারের পাল্লা 4 গুণ করা হলো।** [Din.B'21]

(গ) **20Ω** রোধের মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) পরিবর্তিত ক্ষেত্রে অ্যামিটারটির সাহায্যে প্রবাহমাত্রা মাপা সম্ভব কি-না- গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. বর্তনীর তুল্যরোধ, $R_{eq} = 10 + (10^{-1} + 20^{-1} + 30^{-1})^{-1}\,\Omega = 15.45\,\Omega$

মূল প্রবাহ, $I = \frac{E}{R_{eq}} = \frac{16}{15.45} = 1.035\,A$

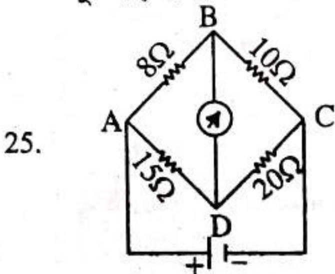
20 Ω এর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য, $V = IR = 1.035 \times (10^{-1} + 20^{-1} + 30^{-1})^{-1} = 5.645\,V$

20 Ω এর মধ্যে দিয়ে প্রবাহ, $I_{20\Omega} = \frac{V}{R_{20}} = \frac{5.645}{20}\,A = 0.282\,A$

ঘ. অ্যামিটারের পাল্লা 4 গুণ করা হলে বর্তমানে অ্যামিটার দ্বারা মাপা যাবে $= 2.25 \times 4A = 9A$

150 V এর ব্যাটারি ব্যবহার করলে নতুন তড়িৎ প্রবাহ, $I' = \frac{E'}{R_{eq}} = \frac{150}{15.45}\,A = 9.71\,A ; \therefore I' > 9A$

সুতরাং, পরিবর্তিত ক্ষেত্রে প্রবাহমাত্রা মাপা সম্ভব নয়।

25. 

চিত্রে অভ্যন্তরীণ রোধ, r = 0.2Ω
তড়িৎচালক শক্তি, E = 8V [Din.B'21]

(গ) গ্যালভানোমিটার বিচ্ছিন্ন অবস্থায় বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) সর্বোচ্চ রোধের সাথে কত মানের রোধ কীভাবে যুক্ত করলে ব্রিজটি ভারসাম্য অবস্থায় উপনীত হবে তা গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

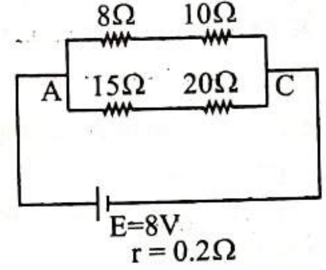
উত্তর

গ. গ্যালভানোমিটার বিচ্ছিন্ন অবস্থায় বর্তনীটি নিম্নরূপ-

$R_{AC} = (18^{-1} + 35^{-1})^{-1}\Omega = 11.89\ \Omega$

$R_{eq} = R_{AC} + r = 12.09\ \Omega$

$I = \frac{E}{R_{eq}} = \frac{8}{12.09} = 0.66\ A$



ঘ. বর্তনীতে সর্বোচ্চ রোধ হলো 20 Ω। ধরি, 20 Ω এর স্থলে RΩ রাখলে সাম্যাবস্থা অর্জিত হবে।

সুতরাং, $\frac{8}{15} = \frac{10}{R} \Rightarrow R = \frac{150}{8} = 18.75\ \Omega$

ধরি, 20Ω এর সাথে x Ω রোধ সমান্তরালে যুক্ত করলে CD শাখার রোধ 18.75 Ω হবে।

$\therefore \frac{1}{18.75} = \frac{1}{20} + \frac{1}{x} \Rightarrow x = 300\ \Omega$

সুতরাং, 20 Ω এর সাথে 300 Ω সমান্তরালে সংযোগ দিলে ব্রিজটি সাম্যাবস্থায় আসবে।

26. **2V তড়িচ্চালক শক্তি ও 1Ω অন্তঃরোধবিশিষ্ট 5টি তড়িৎ কোষকে শ্রেণিতে সাজিয়ে 25°C তাপমাত্রার 60Ω রোধবিশিষ্ট একটি** পরিবাহী তারের সাথে যুক্ত করা হলো। পরিবাহী তারের রোধের উষ্ণতার গুণাঙ্ক **4.2×10^{-3}/°C**। [MB'21]

(গ) **100°C** তাপমাত্রায় পরিবাহী তারটির রোধ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের সকল তড়িৎ কোষগুলোকে সমান্তরালে সাজিয়ে একইভাবে যুক্ত করলে প্রবাহের পরিবর্তন কীরূপ হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

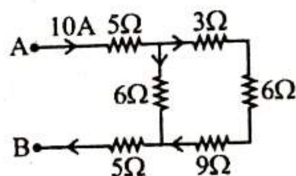
গ.

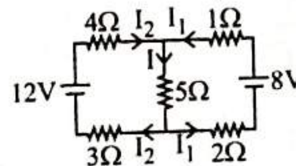
$R_{25} = R_0(1 + \alpha \times 25) \Rightarrow R_0 = 54.3\Omega$ আবার, $R_{100} = R_0(1 + \alpha \times 100) = 77.106\Omega$ (Ans)	দেওয়া আছে, $\alpha = 4.2 \times 10^{-3}$/°C $R_{25} = 60\Omega$; $\theta = 25$; $R_0 = ?$; $R_{100} = ?$

ঘ.

সকল তড়িৎ কোষকে শ্রেণিতে সংযুক্ত করলে তড়িৎপ্রবাহ, $I_S = \frac{nE}{nr+R} = 0.1538A$ সকল তড়িৎ কোষকে সমান্তরালে সংযুক্ত করলে তড়িৎপ্রবাহ, $I_P = \frac{nE}{nR+r} = 0.0332\ A$ ∴ সমান্তরালভাবে সংযুক্ত করলে তড়িৎপ্রবাহ হ্রাস পাবে।	দেওয়া আছে, তড়িচ্চালক শক্তি, E = 2V অভ্যন্তরীণ রোধ, r = 1Ω বাহ্যিক রোধ, R = 60Ω n = 5

27. চিত্র দুটি পর্যবেক্ষণ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও: [MB'21]



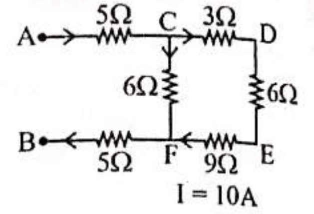


(গ) চিত্র-১ হতে A ও B এর দু'প্রান্তে বিভব পার্থক্য নির্ণয় কর। ৩

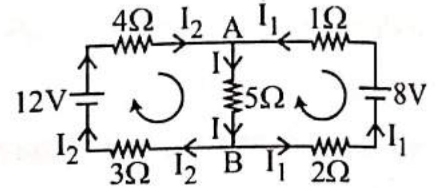
(ঘ) চিত্র-২ এ I_1 নাকি I_2 বড় মানের হবে? কার্শফের সূত্রের সাহায্যে গাণিতিক মতামত দাও। ৪

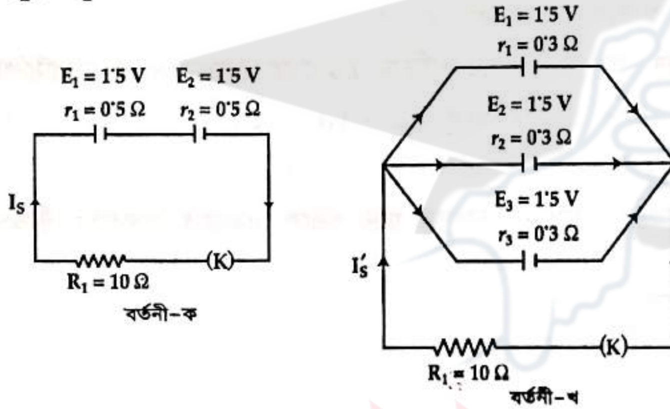
উত্তর

গ. এখানে R_{CD}, R_{DE} ও R_{EF} শ্রেণিতে বিদ্যমান।
$\therefore R_S = (3+6+9) = 18\Omega$
আবার, R_s ও R_{CF} সমান্তরালে রয়েছে।
$\therefore R_P = \left(\frac{1}{18}+\frac{1}{6}\right)^{-1}\Omega = 4.5\Omega$
আবার বাকী রোধগুলো শ্রেণিতে আছে।
$\therefore$ তুল্যরোধ, $R' = 14.5\Omega$
$\therefore$ A ও B এর মধ্যে বিভব পার্থক্য, $V_{AB} = IR' = 145V$



ঘ. A সংযোগবিন্দুতে $I = I_2 + I_1$
বামের লুপটিতে কার্শফের সূত্র প্রয়োগ করে পাই, $4I_2 + 5I + 3I_2 - 12 = 0$
$\Rightarrow 7I_2 + 5I_1 + 5I_2 = 12 \Rightarrow 12I_2 + 5I_1 = 12 \cdots\cdots\cdots (i)$
ডানের লুপটিতে কার্শফের সূত্র প্রয়োগ করে পাই, $-I_1 + 8 - 2I_1 - 5I = 0$
$\Rightarrow 8I_1 + 5I_2 = 8 \cdots\cdots\cdots (ii)$
(i) ও (ii) সমাধান করে পাই, $I_1 = 0.507A$; $I_2 = 0.789A$
$\therefore I_2 > I_1$



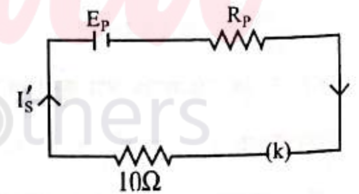
28. 

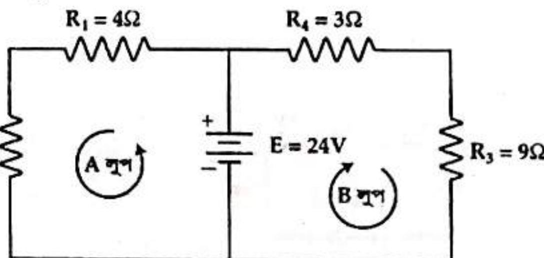
[DB'19]

(গ) বর্তনী ক-এর ক্ষেত্রে I_s- এর মান কত? ৩
(ঘ) বর্তনী ক ও খ-এর মধ্যে কোনটির বহিঃরোধ বেশি উত্তপ্ত হবে? বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. $I_s = \frac{1.5+1.5}{0.5+0.5+10}A = \frac{3}{11}A = 0.27A$
ঘ. বর্তনী 'খ' এর ক্ষেত্রে, $E_p = 1.5V$
$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{0.3}+\frac{1}{0.3}+\frac{1}{0.3} = \frac{3}{0.3} = \frac{1}{0.1}$ $\therefore R_p = 0.1\Omega$
$\therefore I'_s = \frac{1.5}{10+0.1}A = 0.149A$
যেহেতু দুইটি বর্তনীর বহিঃরোধের মান একই, সুতরাং বর্তনী 'ক' এর বহিঃরোধের মধ্য দিয়ে তুলনামূলক বেশি তড়িৎ প্রবাহিত হওয়ায় 'ক' বর্তনীর বহিঃরোধ বেশি উত্তপ্ত হবে।



29. 

[Ctg.B'19]

(গ) R_2 রোধের মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহের মান নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) উদ্দীপকে 'A' লুপের R_1 রোধের সাথে শ্রেণিতে না কি সমান্তরালে কত রোধ যুক্ত করলে উভয় লুপে একই তড়িৎ প্রবাহিত হবে-গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

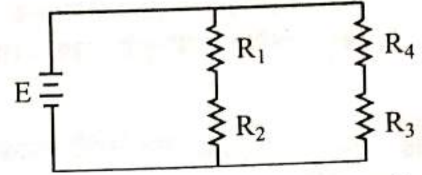
উত্তর

গ. loop A তে রোধ $R_1 = 6\Omega$; loop-B তে রোধ $R_2 = 12\Omega$

$\therefore$ বর্তনীর তুল্যরোধ $R_q = \left(\frac{1}{12} + \frac{1}{6}\right)^{-1} = 4\Omega$

বর্তনীর মূলপ্রবাহ $I = \frac{E}{R_{eq}} = \frac{24}{4} = 6A \therefore R_2$ এর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ $I_{R2} = \frac{12}{12+6} \times 6 = 4A$ **(Ans.)**

ঘ. উভয় লুপে একই পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহিত হবে যদি উভয় লুপের রোধ সমান হয়।
উদ্দীপকের বর্তনীকে নিম্নরূপে আঁকা যায়:



A লুপে রোধ, $R_A = (4 + 2)\Omega = 6\Omega$; B লুপে রোধ, $R_B = (3 + 9)\Omega = 12\Omega$

$\therefore$ A লুপের সাথে শ্রেণিতে $(12 - 6)\Omega$ বা, 6Ω রোধ যুক্ত করতে হবে।

30. স্বাভাবিক তাপমাত্রায় **(25°C)** টাংস্টেন তারের রোধ **65 Ω**। এরূপ তার দিয়ে দুটি বৈদ্যুতিক হিটারের কুণ্ডলী তৈরি করে বৈদ্যুতিক লাইনের সাথে **(220V)** সমান্তরালে যুক্ত করা হলো। এতে কুণ্ডলী তারের তাপমাত্রা 250°C-এ উন্নীত হলো। ১ম কুণ্ডলী তারের দৈর্ঘ্য ও ব্যাস উভয়ই ২য় কুণ্ডলীর তুলনায় দ্বিগুণ। টাংস্টেন রোধের উষ্ণতা গুণাঙ্ক $(\alpha = 4.5 \times 10^{-3}{}^\circ C^{-1})$। **[SB'19]**

(গ) **250°C-এ টাংস্টেন তারের রোধ কত হবে?** ৩

(ঘ) কোন কুণ্ডলীতে বেশি তাপ উৎপন্ন হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মন্তব্য কর। ৪

উত্তর

[২৬-গ]

গ. $R_{250} = R_o[1 + \alpha \times (250 - 0)] = R_o[1 + 250\alpha]$

$R_{25} = R_o[1 + 25\alpha]$; $\frac{R_{250}}{R_{25}} = \frac{1+250\alpha}{1+25\alpha}$ $\therefore R_{250} = \frac{1+250\alpha}{1+25\alpha} \times R_{25} = 124.16\Omega$

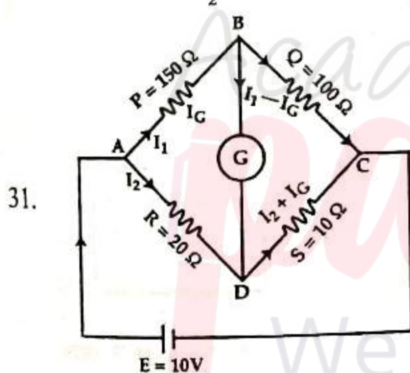
ঘ. উভয় কুণ্ডলীর টাংস্টেন দিয়ে তৈরি। তাই উভয় কুণ্ডলীর জন্য আপেক্ষিক রোধের মান একই।

প্রথম কুণ্ডলীর ক্ষেত্রে, $R_1 = \rho\frac{L_1}{A_1}$; দ্বিতীয় কুণ্ডলীর ক্ষেত্রে, $R_2 = \rho\frac{L_2}{A_2}$; $L_1 = 2L_2$, $d_1 = 2d_2$

$\therefore A_1 = \frac{1}{4}\pi d_1^2 = \frac{1}{4}\pi(2d_2)^2 = 4 \times \frac{1}{4}\pi d_2^2 = 4A_2$ $\therefore R_1 = \rho\frac{2L_2}{4A_2} = \frac{1}{2} \times \rho\frac{L_2}{A_2} = \frac{1}{2}R_2$

প্রথম কুণ্ডলীতে উৎপন্ন তাপ, $H_1 = \frac{V^2}{R_1}t$; দ্বিতীয় কুণ্ডলীতে উৎপন্ন তাপ, $H_2 = \frac{V^2}{R_2}t$

$\therefore \frac{H_1}{H_2} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{R_2}{\frac{1}{2}R_2} = 2$ $\therefore H_1 = 2H_2$ $\therefore$ প্রথম কুণ্ডলীতে বেশি তাপ উৎপন্ন হবে।

31. 

চিত্রটি লক্ষ কর: **[BB'19]**

(গ) **Q রোধের সাথে কত মানের রোধ কীভাবে যুক্ত করলে ব্রীজটি সাম্যাবস্থা লাভ করবে?** ৩

(ঘ) ব্রীজের সাম্যাবস্থায় **ABC** এবং **ADC** অংশের প্রবাহমাত্রার অনুপাত এবং রোধের অনুপাতের মধ্যে সম্পর্ক কেমন হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. ব্রিজটির সাম্যাবস্থার জন্য BC বাহুতে প্রয়োজনীয় রোধ Q' হলে, $\frac{P}{Q'} = \frac{R}{S} \Rightarrow Q' = \frac{PS}{R} = \frac{150\times10}{20}\Omega = 75\,\Omega$

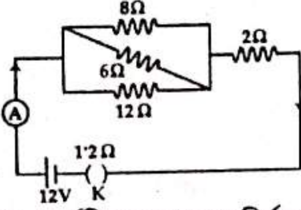
যেহেতু, $Q = 100\,\Omega$ এবং $Q' < Q$

সুতরাং Q এর সাথে একটি রোধ সমান্তরালে যুক্ত করতে হবে। ধরি, উক্ত রোধটি x

$\therefore \frac{1}{x} + \frac{1}{100} = \frac{1}{75} \Rightarrow \frac{1}{x} = \frac{1}{75} - \frac{1}{100}$ $\therefore x = 300\Omega$

$\therefore$ Q রোধের সাথে $300\,\Omega$ রোধ সমান্তরালে যুক্ত করতে হবে।

ঘ. [7 এর 'ঘ' নং এর অনুরূপ] [27 এর 'ঘ' নং এর অনুরূপ]

32. 

[JB'19]

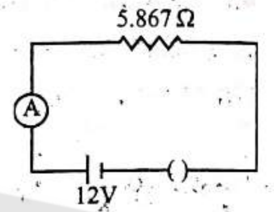
(গ) বর্তনীর তুল্য রোধ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) বর্তনীর আউটপুটে (220V-100W) এর একটি বাল্ব সংযোজন করা হলে বাল্বটির কোনো ক্ষতি হবে কি না যাচাই কর। ৪

উত্তর

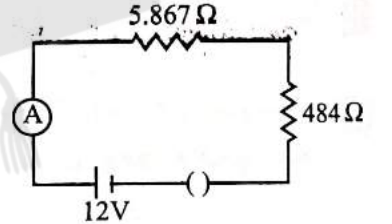
গ. $8\Omega, 6\Omega$ ও 12Ω রোধ তিনটি সমান্তরালে যুক্ত এবং এর সাথে 2Ω ও 1.2Ω রোধ শ্রেণিতে যুক্ত।
∴ তুল্য রোধ, $R_{eq} = \{(8^{-1} + 6^{-1} + 12^{-1})^{-1} + 2 + 1.2\}\Omega = 5.867\Omega$

ঘ. তুল্য বর্তনীটি হল-



$220V - 100W$ এর বাল্বের ক্ষেত্রে, রোধ, $R = \frac{V^2}{P} = 484\Omega$
বাল্বটির প্রান্তে সাধারণভাবে যে বিভব পার্থক্য থাকলে বাল্বটি অক্ষত থাকবে, $V = 220V$

বর্তনীর আউটপুটে বাল্বটি লাগালে-



এক্ষেত্রে বাল্বের দুইপ্রান্তে বিভব পার্থক্য যদি সাধারণ অবস্থার বিভব পার্থক্যের চেয়ে বেশি হয়, তাহলে বাল্বটি নষ্ট হয়ে যাওয়ার আশঙ্কা থাকবে। এখন, নতুন বর্তনীর ক্ষেত্রে বাল্বের উভয় প্রান্তের বিভব পার্থক্য $V' = 12 \times \frac{484}{484+5.867}V$
$= 11.856V < 220V$ ∴ বাল্বটি অক্ষত থাকবে।

33. $60\ \Omega$ রোধের দুটি রোধক শ্রেণিতে যুক্ত করে $120V$ তড়িৎ উৎসের সাথে যুক্ত করা হলো। পরবর্তীতে রোধক দুটি সমান্তরালে যুক্ত করে একই উৎসের সাথে যুক্ত করা হলো। [CB'19]

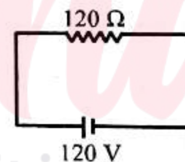
(গ) শ্রেণিযুক্ত অবস্থায় $60\ \Omega$ রোধের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত প্রবাহমাত্রা নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) কোন সংযোগে একটি নির্দিষ্ট সময়ে বেশি তাপ উৎপন্ন হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও। ৪

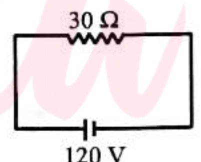
উত্তর

গ. $I = \frac{E}{R} = \frac{120}{60+60} A = 1\ A$

ঘ. শ্রেণি সংযোগে তুল্য রোধ, $R_{eq} = (60 + 60)\ \Omega = 120\ \Omega$
সমান্তরাল সংযোগে তুল্য রোধ, $R'_{eq} = (60^{-1} + 60^{-1})^{-1}\ \Omega = 30\ \Omega$
শ্রেণি সংযোগের ক্ষেত্রে, তাপ উৎপন্নের হার,
$$\frac{Q}{t} = \frac{V^2}{R_{eq}} = \frac{120^2}{120}\ W = 120W$$

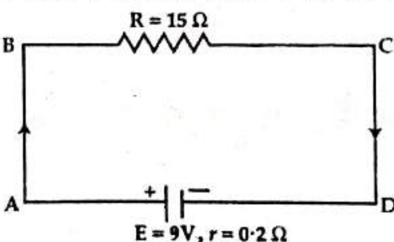


(ক) শ্রেণি সংযোগ



(খ) সমান্তরাল সংযোগ

সমান্তরাল সংযোগের ক্ষেত্রে, তাপ উৎপন্নের হার, $\frac{Q'}{t} = \frac{V^2}{R'_{eq}} = \frac{120^2}{30} W = 480W$
সমান্তরাল সংযোগে নির্দিষ্ট সময়ে বেশি তাপ উৎপন্ন হবে।

34. 

উদ্দীপকটি লক্ষ কর এবং নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও: [Din.B'19]

(গ) বর্তনীর প্রবাহমাত্রা নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) বর্তনীতে অনুরূপ আরো একটি কোষ শ্রেণিতে যুক্ত করলে রোধ R-এ উৎপন্ন তাপ শক্তির হার কেমন হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

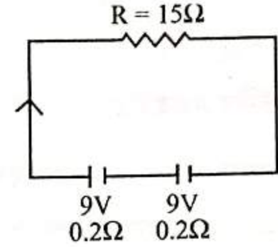
উত্তর

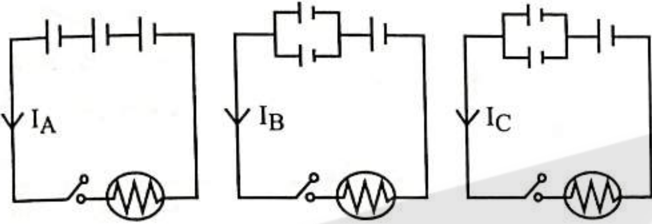
গ. $I = \frac{E}{r+R} = \frac{9}{15+0.2} A = 0.592\ A$

ঘ. বর্তনীতে অনুরূপ একটি কোষ শ্রেণিতে যুক্ত করলে-

এক্ষেত্রে বিদ্যুৎপ্রবাহ, $I = \frac{2\times9}{15+2\times0.2} A = 1.1688A$

$\therefore$ R এ উৎপন্ন তাপশক্তির হার $= \frac{H}{t} = I^2R = 1.1688^2 \times 15\ J/s = 20.492\ W$



35. 

পরীক্ষাগারে ফারিয়া তিনটি একই মানের কোষ ও একটি বৈদ্যুতিক বাতি নিয়ে চিত্রানুযায়ী বিভিন্নভাবে তিনটি বর্তনী তৈরি করলো। [কোষের অভ্যন্তরীণ রোধ 0.1Ω ও বাতির রোধ নগণ্য।] [All B'18]

(গ) সুইচ অন করার পর ১নং চিত্রে প্রবাহমাত্রা $I_A = 10A$ হলে E এর মান কত হবে? ৩

(ঘ) ২ ও ৩ নং চিত্রে সুইচ অন করার পর বাতির অবস্থা কিরূপ হবে গাণিতিক যুক্তিসহ ব্যাখ্যা কর। ৪

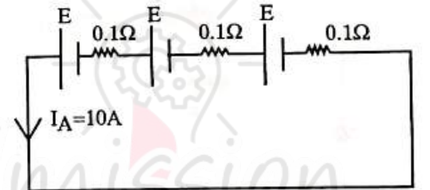
উত্তর

গ. ১নং চিত্রে KVL প্রয়োগে পাই,

$0.1 \times 10 - E + 0.1 \times 10 - E + 0.1 \times 10 - E = 0$

$\Rightarrow E = \frac{3\times0.1\times10}{3}$

$\therefore E = 1V$ **(Ans.)**

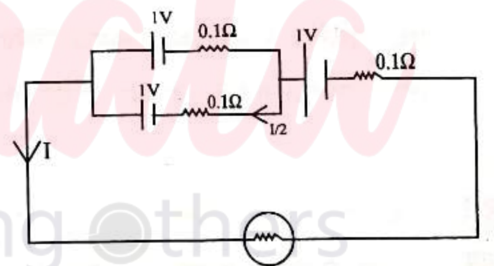


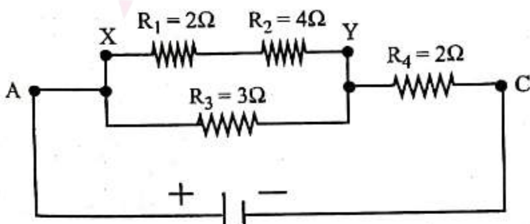
ঘ.

যেহেতু দুটি চিত্রের circuit -ই একই, তাই $I = I_B = I_c$

KVL প্রয়োগ করে পাই, $0.1\ I - 1 + 0.1 \times \frac{I}{2} - 1 = 0; I = 13.33A$

কিন্তু বাতিগুলোর রোধ $R \to 0$ বলে $P = I^2R \approx 0$; তাই বাতিগুলো জ্বলবে না।



36. 

$R_1 = R_4 = 2\Omega$

$R_2 = 4\Omega$; $R_3 = 3\Omega$

নিচের বর্তনীটি খেয়াল কর: [DB'17]

(গ) বর্তনীর প্রবাহমাত্রা নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) AC অংশের ভোল্টেজ কারেন্ট লেখচিত্র এবং XY অংশের ভোল্টেজ কারেন্ট লেখচিত্র মানসহ খাতায় অংকন কর। ৪

উত্তর

গ. উদ্দীপকের চিত্রানুসারে, $R_s = R_1 + R_2$ $\therefore R_s = (2+4)\Omega = 6\Omega$

আবার, $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_s} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{6} + \frac{1}{3} = \frac{1+2}{6}$ বা, $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{2}$ $\therefore R_p = 2\Omega$

এবং $R_{eq} = R_p + R_4 = (2+2)\Omega$ $\therefore R_{eq} = 4\Omega$

$\therefore$ বর্তনীর প্রবাহমাত্রা, $I = \frac{E}{R_{eq}} = \frac{12}{4} = 3A$

ঘ. 'গ' থেকে প্রাপ্ত AC অংশের তুল্য রোধ, $R_{eq} = 4\Omega$ এবং প্রবাহমান $I = 3A$

অতএব, AC অংশের বিভব পার্থক্য, $V = IR_{eq} = 3 \times 4$; $V = 12$ volt

আবার, XY অংশের তুল্যরোধ 'গ' থেকে প্রাপ্ত $R_s = 6\Omega$

XY অংশের প্রবাহমাত্রা, $I_{XY} = \frac{R_3 \times I}{R_s + R_3} = \frac{3 \times 3}{6+3} = \frac{9}{9}$ $\therefore I_{XY} = 1amp$

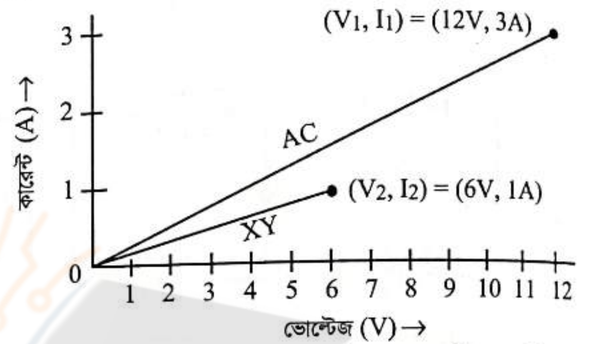
এবং, XY অংশের বিভব পার্থক্য, $V_{XY} = I_{XY} \times R_s = 1 \times 6$; $V_{XY} = 6$ volt

XY অংশের জন্য: $I_{XY} = 1$ amp ; $V_{XY} = 6$ volt

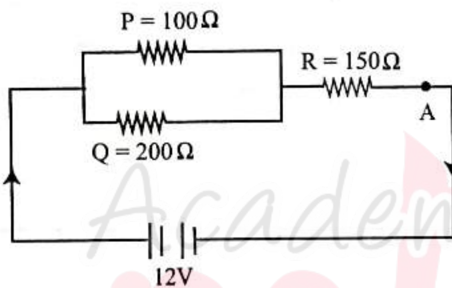
$R_{XY} = R_s = 6\Omega$

AC অংশের জন্য: $I_{AC} = 3amp$; $V_{AC} = 12$ volt

$R_{AC} = R_{eq} = 4\Omega$



লেখ: AC ও XY অংশের ভোল্টেজ-কারেন্ট লেখচিত্র।

37. 

[RB'17]

(গ) বর্তনীর A বিন্দুতে প্রবাহমাত্রা নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) কোন রোধকটি অপসারণ করলে বর্তনীর মোট প্রবাহ সর্বোচ্চ হবে–গাণিতিক বিশ্লেষণ সহকারে দেখাও। ৪

উত্তর

গ. 3 এর 'গ' নং এর অনুরূপ

ঘ. P- রোধ অপসারণ করলে, $R = Q + R = (200 + 150)\Omega = 350\Omega$

$\therefore$ তড়িৎ প্রবাহ, $I_1 = \frac{V}{R_1} = \frac{12}{350} = 0.034A$

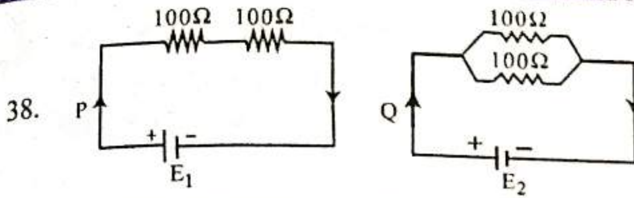
Q- রোধ অপসারণ করলে, $R_2 = P + R = (100 + 150)\Omega = 250\Omega$

$\therefore I_2 = \frac{V}{R_2} = \frac{12}{250} = 0.048A$

R-রোধ অপসারণ করলে, $R_3 = \left(\frac{1}{P} + \frac{1}{Q}\right)^{-1} = \left(\frac{1}{100} + \frac{1}{200}\right)^{-1}\Omega = 66.67\Omega$

$\therefore I_3 = \frac{V}{R_3} = \frac{12}{66.67} = 0.18A$

$\therefore$ R-রোধ অপসারণ করলেই প্রবাহ সবোচ্চ হবে।

38. 

P ও Q দুটি বর্তনী যার প্রত্যেকটিতে রোধযুক্ত তারের দৈর্ঘ্য 0.5m এবং ব্যাসার্ধ 0.2cm । বর্তনী দুটিতে একই সময় ধরে তড়িৎ প্রবাহিত হচ্ছে। [Ctg.B'17]

(গ) উদ্দীপক অনুসারে যে কোনো তারের আপেক্ষিক রোধ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) P ও Q বর্তনীতে একই সময়ে সমপরিমাণ তাপ উৎপন্ন হতে হলে তড়িচ্চালক শক্তি E_1 এর মান E_2 এর চেয়ে বেশি না কম হবে- গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. এখানে, তারের দৈর্ঘ্য, $L = 0.5$ m

তারের ব্যাসার্ধ, $r = 0.2 \text{ cm} = 2 \times 10^{-3}\text{m}$

তারের রোধ, $R = 100\Omega$

আপেক্ষিক রোধ, $\rho = ?$

আমরা জানি, $\rho = \frac{RA}{L} = \frac{R \times \pi r^2}{L} = \frac{100 \times 3.14 \times (2 \times 10^{-3})^2}{0.5} = 2.512 \times 10^{-3}\Omega$

ঘ. P তারের তুল্যরোধ, $R_P = 100 + 100 = 200\Omega$

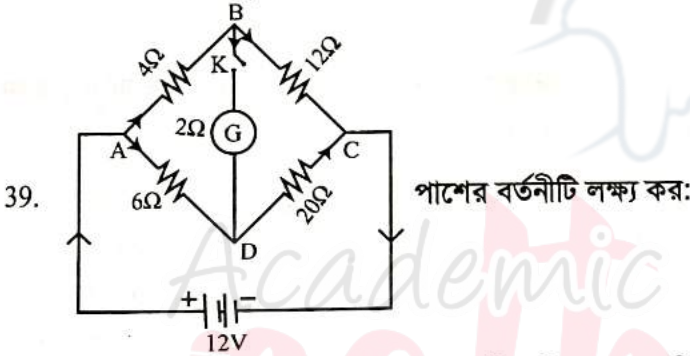
Q তারের তুল্যরোধ, $\frac{1}{R_Q} = \frac{1}{100} + \frac{1}{100} = \frac{2}{100} = \frac{1}{50}$; $R_Q = 50\Omega$

P তারের উৎপন্ন তাপ, $H_P = \frac{E_P^2}{RP}$

Q তারের উৎপন্ন তাপ, $H_Q = \frac{E_Q^2}{R_Q}$

প্রশ্নমতে, $H_P = H_Q \therefore \frac{E_P^2}{R_P} = \frac{E_Q^2}{R_Q} \Rightarrow \frac{E_P^2}{E_Q^2} = \frac{R_P}{R_Q} = \frac{200}{50} = 4 \therefore \frac{E_P}{E_Q} = 2 \quad \therefore E_P = 2E_Q$

অর্থাৎ, $E_P > E_Q$; E_1 এর মান E_2 এর চেয়ে বেশি হবে।

39. 

পাশের বর্তনীটি লক্ষ্য কর: [SB'17]

(গ) চাবি বন্ধ অবস্থায় চতুর্থ বাহুতে কী পরিমাণ রোধ কিভাবে যুক্ত করলে গ্যালভানোমিটারের মধ্য দিয়ে কোন তড়িৎ প্রবাহিত হবে না? ৩

(ঘ) বর্তনীর চাবি খোলা এবং বন্ধ অবস্থায় BC বাহুর প্রবাহ একই হবে কিনা–গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. ধরি, চতুর্থ বাহুতে S′ মানের রোধ সংযুক্ত করলে গ্যালভানোমিটারের মধ্য দিয়ে কোনো তড়িৎ প্রবাহিত হবে না।

সুতরাং, $\frac{P}{Q} = \frac{R}{S'}$

বা, $S' = \frac{QR}{P}$

বা, $S' = \frac{12\Omega \times 6\Omega}{4\Omega}$

$\therefore S' = 18\Omega$

এখানে, প্রথম বাহুর রোধ, $P = 4\Omega$

দ্বিতীয় বাহুর রোধ, $Q = 12\Omega$

তৃতীয় বাহুর রোধ, $R = 6\Omega$

চতুর্থ বাহুর রোধ, $S = 20\Omega$

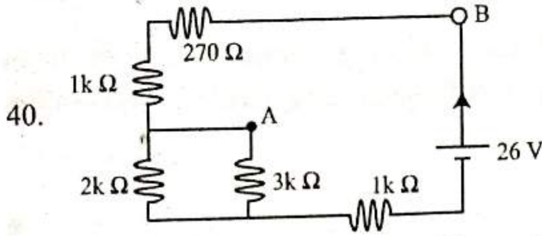
চতুর্থ বাহুর প্রয়োজনীয় অতিরিক্ত রোধ, $S'' = ?$

এই রোধ S′ চতুর্থ বাহুর রোধ S এর চেয়ে ছোট। সুতরাং, চতুর্থ বাহুতে সমান্তরালভাবে S″ রোধ সংযুক্ত করতে হবে।

$\therefore \frac{1}{S'} = \frac{1}{S} + \frac{1}{S''} \Rightarrow \frac{1}{S''} = \frac{1}{S'} - \frac{1}{S} \Rightarrow \frac{1}{S''} = \frac{1}{18\Omega} - \frac{1}{20\Omega} \Rightarrow \frac{1}{S''} = \frac{10-9}{180} \therefore S'' = 180\Omega$

$\therefore 180\Omega$ রোধ সমান্তরালে সংযুক্ত করতে হবে।

ঘ. [২৫ এর 'ঘ' এর অনুরূপ]

40. 

পাশের বর্তনী লক্ষ কর: [BB'17]

(গ) বর্তনীর A ও B বিন্দুর মধ্যে বিভব পার্থক্য নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) বর্তনীর A ও B বিন্দুর মধ্যে একটি রোধহীন তার লাগালে মোট প্রবাহ কত হবে ? গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও। ৪

উত্তর

গ. বর্তনীটি R_3 ও R_4 রোধ সমান্তরাল সমবায়ে সংযুক্ত হয়ে বাকিগুলোর সাথে শ্রেণিতে সংযুক্ত।

এখানে, বর্তনীর প্রথম রোধ, $R_1 = 270\ \Omega$
দ্বিতীয় রোধ, $R_2 = 1\ k\Omega = 1000\ \Omega$
তৃতীয় রোধ, $R_3 = 2\ k\Omega = 2000\ \Omega$
চতুর্থ রোধ, $R_4 = 3\ k\Omega = 3000\ \Omega$
পঞ্চম রোধ, $R_5 = 1\ k\Omega = 1000\ \Omega$
তড়িচ্চালক শক্তি, $E = 26V$
A ও B বিন্দুর মধ্যকার বিভব পার্থক্য, V =?

R_3 ও R_4 এর তুল্যরোধ, R_P হলে,
$\frac{1}{R_P} = \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}$
বা, $\frac{1}{R_P} = \frac{1}{2000} + \frac{1}{3000}$
বা, $\frac{1}{R_P} = \frac{3000+2000}{2000\times3000}$
বা, $R_P = 1200\Omega$

∴ বর্তনীর মোট তুল্যরোধ R_S হলে, $R_S = R_1 + R_2 + R_P + R_5 = (270 + 1000 + 1200 + 1000)\ \Omega = 3470\ \Omega$

এখন, A ও B বিন্দুর মধ্যকার দুটি R_1 ও R_2 এর তুল্যরোধ R_{S_1} হলে, $R_{S_1} = R_1 + R_2 = (270 + 1000)\Omega = 1270\Omega$

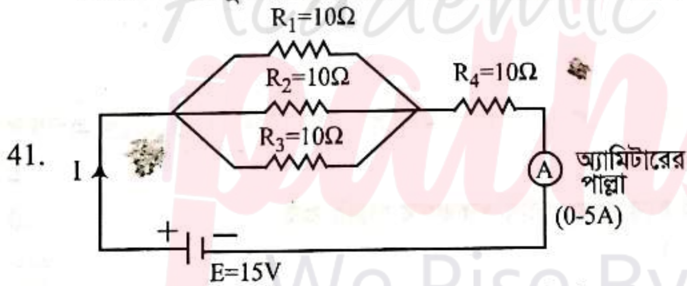
A ও B বিন্দুর মধ্যে বিভব পার্থক্য V_{AB} হলে, $V_{AB} = \frac{R_{S_1}}{R_s} \times E = \left(\frac{1270}{3470} \times 26\right) V = 9.516V$

∴ বিভব পার্থক্য 9.516 V.

ঘ. A ও B বিন্দুর মধ্যে রোধহীন তার লাগালে R_1 ও R_2 রোধ দুটি থাকবে না [কারণ R_1 ও R_2 short circuit হয়ে যাবে।] তখন বর্তনীর তুল্যরোধ R_S হলে, $R_S = R_P + R_5 = 1200\ \Omega + 1000\ \Omega = 2200\ \Omega$

সুতরাং, বর্তনীর মোট প্রবাহ, $I = \frac{E}{R_S} = \frac{26V}{2200\Omega} = 0.0118\ A$

∴ A ও B বিন্দুর মধ্যে রোধহীন তার লাগালে মোট প্রবাহ হবে 0.0118A.

41. 

[BB'17]

(গ) উদ্দীপকের বর্তনীর মোট তড়িৎ প্রবাহ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) যদি E এর মান পরিবর্তিত হয়ে 100V হয় তবে তড়িৎ প্রবাহ মাপার জন্য কী ব্যবস্থা গ্রহণ করতে হবে? গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও। ৪

উত্তর

গ. উদ্দীপকের চিত্রানুসারে, R_1, R_2 ও R_3 সমান্তরালে যুক্ত।

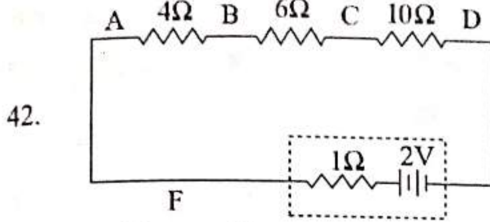
সুতরাং, এদের তুল্যরোধ, $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{10} + \frac{1}{10} + \frac{1}{10} = \frac{3}{10}$

$R_p = \frac{10}{3}\Omega$; R_p এবং R_4 শ্রেণিতে যুক্ত

∴ বর্তনীর তুল্যরোধ, $R = R_p + R_4 = \frac{10}{3} + 10 = \frac{40}{3}\Omega$; $R = 13.33\Omega$

∴ বর্তনীর মোট তড়িৎ প্রবাহ, $I = \frac{E}{R}$; $I = \frac{15}{13.33} = 1.125A$

ঘ. যদি $E = 100V$ হয় তবে বর্তনীর মূল প্রবাহ, $I = \frac{E}{R} = \frac{100}{13.33} = 7.5A$
কিন্তু অ্যামিটারের সর্বোচ্চ পাল্লা $= 5A$
অতএব 7.5A প্রবাহ মাপার জন্য অ্যামিটারের সাথে সমান্তরালে সান্ট যুক্ত করতে হয়।

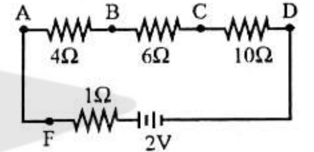
42. 

চিত্রের বর্তনীর মোট প্রবাহ **I, C ও F** বিন্দুতে **6Ω** রোধ যুক্ত করলে বর্তনীর মোট প্রবাহ I_1 হয়। **C ও F** বিন্দুর রোধটি বিচ্ছিন্ন করে ঐ রোধটিকে **10Ω** এর সমান্তরালে যুক্ত করলে বর্তনীর প্রবাহ হয় I_2। **[CB'17]**

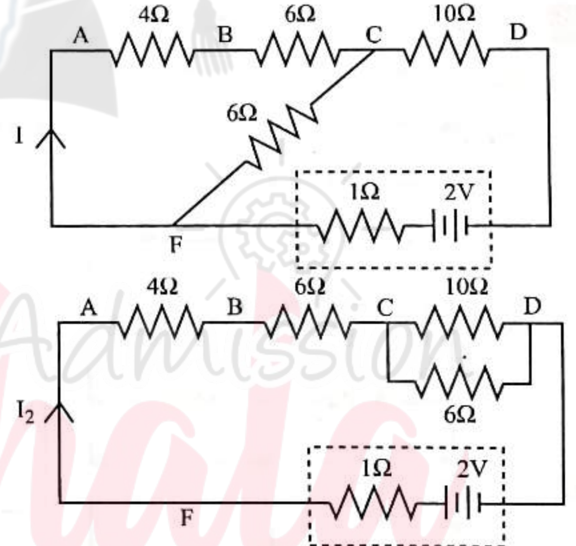
(গ) চিত্রের বর্তনীর **4Ω** রোধের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য হবে? ৩
(ঘ) $I > I_1 > I_2$ হতে পারে কি-না গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক তোমার মতামত দাও। ৪

উত্তর

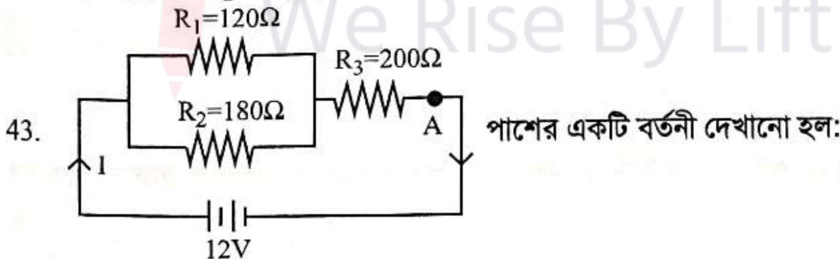
গ. বর্তনীর রোধ তিনটি শ্রেণিতে যুক্ত এদের তুল্যরোধ, $R = R_1 + R_2 + R_3 = 4 + 6 + 10 = 20\Omega$
অভ্যন্তরীণ রোধ, $r = 1\Omega$; তড়িৎচালক শক্তি, $E = 2V$
$\therefore$ মূল প্রবাহ, $I = \frac{E}{R+r} = \frac{2}{20+1} = \frac{2}{21} = 0.095A$ $\therefore I = 0.095$ A
4Ω রোধের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য, $V_1 = IR_1 = 0.095 \times 4 = 0.38V$; $V_1 = 0.38V$



ঘ. উদ্দীপকের বর্তনীর মূল প্রবাহ, $I = 0.095A$ [গ নং হতে]
C ও F বিন্দুতে 6Ω রোধ যুক্ত করলে বর্তনীর মোট প্রবাহ I_1।
সেক্ষেত্রে মোট তুল্য রোধ, $R = \{(4+6)||6\} + 10$
$= (10||6) + 10 = (10^{-1} + 6^{-1})^{-1} + 10 = 13.75\Omega$
$\therefore I_1 = \frac{E}{R+r} = \frac{2}{13.75+1} = 0.1356A$
অতএব, $I_1 > I$



এমন, C ও F বিন্দুতে 6Ω রোধটিকে বিচ্ছিন্ন করে তাকে 10Ω এর সমান্তরালে যুক্ত করলে,
এক্ষেত্রে, $10||6 = 3.75\Omega$
$\therefore$ মোট রোধ, $R = 4 + 6 + 3.75\Omega = 13.75\Omega$
$\therefore I_2 = \frac{2V}{13.75\Omega + 1\Omega} = 0.1356A = I_1$
এখানে, $I_1 = I_2$, কিন্তু, I_1 ও $I_2 > I$.
অতএব, $I > I_1 > I_2$ হতে পারে না।

43. 

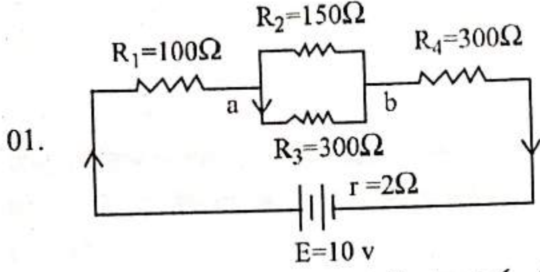
পাশের একটি বর্তনী দেখানো হল: **[Din.B'17]**

(গ) **'A'** বিন্দুতে বর্তনীর প্রবাহমাত্রা নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) কোন রোধটি অপসারণ করলে বর্তনীয় মোট প্রবাহ সর্বোচ্চ হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও। ৪

উত্তর

গ. 3 নং প্রশ্নের (গ) নং অনুরূপ
ঘ. 37 নং প্রশ্নের (ঘ) নং অনুরূপ

◆ **CQ:** বোর্ড স্ট্যান্ডার্ড প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতামূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. 

রাজউক কলেজের পদার্থবিজ্ঞান ল্যাবে রুবেল নিচের বর্তনী সংযোগ দিয়ে প্রথমে মূল প্রবাহ হিসাব করে। পরবর্তীতে সে **100Ω** মানের একটি রোধ **R_4** এর সাথে যুক্ত করে প্রথমে সমান্তরালে ও পরে শ্রেণিতে। সে উভয় ক্ষেত্রে প্রবাহ হিসাব করে দেখল যে প্রথমে বেশি প্রবাহ পাওয়া যাচ্ছে।

(গ) প্রথম ক্ষেত্রে **100Ω** লাগানোর পূর্বে a বিন্দু ও b বিন্দুর মধ্যে বিভব পার্থক্য নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) **100Ω** রোধ লাগানোর পর রুবেলের পর্যবেক্ষণের সত্যতা যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ.

এখানে, $R_1 = 100\Omega$, $R_2 = 150\Omega$, $R_3 = 300\Omega$, $R_4 = 300\Omega$, $r = 2\Omega$

∴ তুল্য রোধ, $R = R_1 + (R_2 \parallel R_3) + R_4 + r$

$= 100\Omega + (150\Omega \parallel 300\Omega) + 300\Omega + 2\Omega$

$= 100\Omega + 100\Omega + 300\Omega + 2\Omega = 502\Omega$

∴ তড়িৎ প্রবাহ $= \frac{E}{R} = \frac{10V}{502\Omega} = 19.92mA$

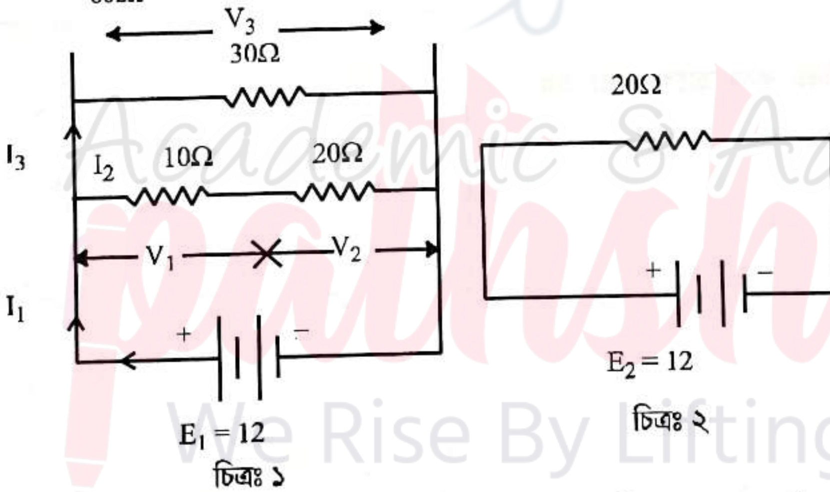
∴ a ও b বিন্দুর মাঝে বিভব পার্থক্য, $V_{ab} = (100\Omega) \times (19.92mA) = 1.992V$

ঘ. R_4 এর সাথে 100Ω রোধ সমান্তরালে যুক্ত করলে তুল্য রোধ,

$R_P = 100\Omega + 100\Omega + 2\Omega + (300\Omega \parallel 100\Omega) = 202\Omega + 75\Omega = 277\Omega$ ∴ $I_P = \frac{10V}{277\Omega} = 36.10mA$

R_4 এর সাথে 100Ω রোধ শ্রেণিতে যুক্ত করলে তুল্য রোধ, $R_S = 202\Omega + 300\Omega + 100\Omega = 602\Omega$

∴ $I_S = \frac{10V}{602\Omega} = 16.61mA < 36.10mA$ ∴ রুবেলের পর্যবেক্ষণ সঠিক।

02. 

(গ) উদ্দীপকের ১নং চিত্রে কির্শফের সূত্র ব্যবহার করে তড়িৎ প্রবাহ এবং বিভবের মান নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকে উল্লিখিত কোন বর্তনীর সাহায্যে **1kg** পানিকে **30** মিনিটে বেশী গরম করতে পারবে–গাণিতিক যুক্তিসহ মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. ১ নং চিত্রে, $R_2 = 10\Omega + 20\Omega = 30\Omega$ ∴ $I_2 = \frac{12V}{30\Omega} = 0.4A$ ∴ $I_3 = \frac{12V}{30\Omega} = 0.4A$

কির্শফের প্রথম সূত্র অনুযায়ী, $I_1 = I_2 + I_3 = 0.4A + 0.4A = 0.8A$

আবার কির্শফের দ্বিতীয় সূত্র অনুযায়ী, $12V = I_2(10\Omega + 20\Omega) \Rightarrow 12V = 10I_2 + 20I_2 \Rightarrow 12V = V_1 + 20I_2$

∴ $V_1 = 12V - 8V = 4V$ ∴ $V_2 = 12V - 4V = 8V$ এবং $V_3 = 12V$

ঘ. প্রথম বর্তনীতে প্রবাহিত মূল তড়িৎ, $I_A = 0.8A$ [(গ) থেকে]; এবং $V_3 = 12V$

দ্বিতীয় বর্তনীতে প্রবাহিত মূল তড়িৎ, $I_B = \frac{12V}{20\Omega} = 0.6A$

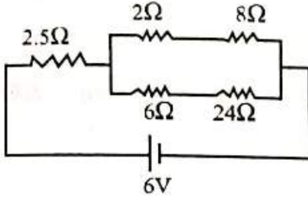
এখন, $H_A = I_A^2Rt = mS\Delta\theta_A \Rightarrow (0.8)^2.(30 \parallel 30).(30 \times 60) = 1 \times 4200 \times \Delta\theta_A$ [$S = 4200Jkg^{-1}K^{-1}$]

$\therefore \Delta\theta_A = \frac{(0.8)^2\times(15)\times(1800)}{1\times4200} = 4.11°C$

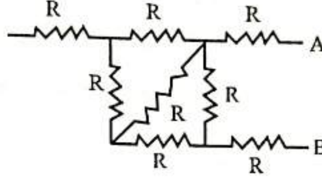
আবার, $H_B = I_B^2Rt = mS\Delta\theta_B \Rightarrow (0.6)^2 \times 20 \times (30 \times 60) = 1 \times 4200 \times \Delta\theta_B$

$\therefore \Delta\theta_B = \frac{(0.6)^2\times20\times1800}{1\times4200} = 3.086°C < 4.11°C$ ∴ প্রথম বর্তনী বেশি গরম করতে পারবে।

03.



বর্তনী-১



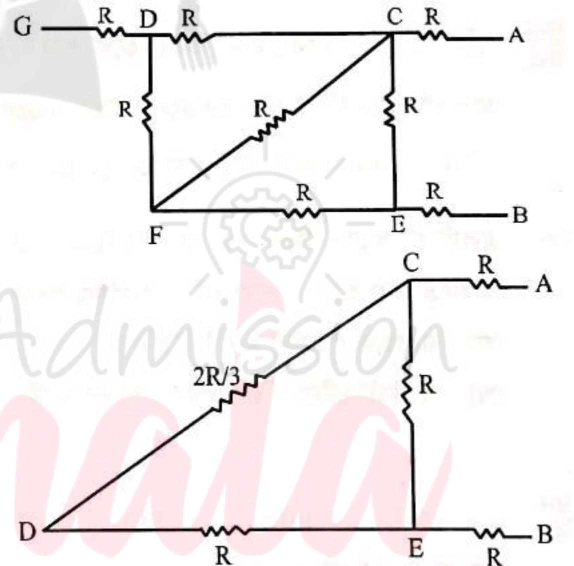
বর্তনী-২

(গ) বর্তনী-২ এর AB প্রান্তের তুল্য রোধ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) বর্তনী-১ এর 24Ω রোধকের মধ্যে ঘন্টাপ্রতি যে পরিমাণ তাপ উৎপন্ন হয় তা দ্বারা 20°C তাপমাত্রার 200g পানি কতটুকু উষ্ণতর হবে? ৪

উত্তর

গ.



DG এর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হয় না । তাই DG শাখায় অবস্থিত রোধটি ধর্তব্য নয়।

$\therefore R_{CF} = (2R \parallel R)$

$= \frac{2R^2}{3R} = \frac{2R}{3}$

$\therefore R_{CE} = \left\{\left(\frac{2R}{3} + R\right) \parallel R\right\} = \left(\frac{5R}{3} \parallel R\right)$

$= \frac{\frac{5R}{3}R}{\frac{5R}{3}+R} = \frac{\frac{5R^2}{3}}{\frac{8R}{3}} = \frac{5R^2}{8R} = \frac{5R}{8}$

$\therefore R_{AB} = \frac{5R}{8} + R + R$

$= \frac{5R+8R+8R}{8}$

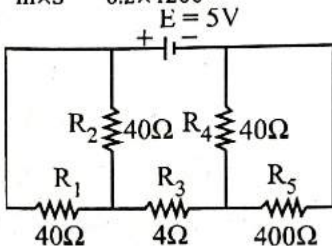
$= \frac{21}{8}R = 2.625R$

ঘ. মোট তুল্যরোধ $= 2.5 + (10^{-1} + 30^{-1})^{-1} = 10\Omega$ $\therefore I = \frac{6}{10} = 0.6A$

$I_{24\Omega} = \frac{(2+8)}{(2+8)+(6+24)} \times 0.6A = 0.15A$ $\therefore H = I_{24\Omega}^2 \times 24 \times 3600 = 1944J$ $\therefore 1944 = mS\Delta\theta$

$\Delta\theta = \frac{1944}{m\times S} = \frac{1944}{0.2\times4200} = 2.31°C$ সুতরাং, প্রতি ঘণ্টায় পানি 2.31°C উষ্ণতর হতে থাকবে।

04.



(গ) বর্তনীর তুল্য রোধ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) বর্তনীর R_4 রোধের মধ্য দিয়ে কী পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহিত হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

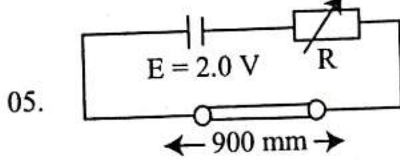
উত্তর

গ. বর্তনীর তুল্য রোধ $= (40\Omega \parallel 40\Omega) + 4\Omega + (40\Omega \parallel 400\Omega) = 20\Omega + 4\Omega + 36.36\Omega = 60.36\Omega$

ঘ. 'গ' থেকে তুল্যরোধ, $R = 60.36\Omega$ ∴ মূল তড়িৎ প্রবাহ, $I = \frac{5V}{60.36\Omega} = 82.83mA$

$\therefore V_{R_4} = 5V - (40\Omega \parallel 40\Omega + 4\Omega) \times 82.83mA = 5V - (20 + 4) \times 0.08283V = 3.01V$

$\therefore I_{R_4} = \frac{3.01V}{40\Omega} = 75.302mA$

05. 

উপক্ষেণীয় অভ্যন্তরীণ রোধ ও 2.0V তড়িৎচালক বলবিশিষ্ট একটি কোষকে একটি পরিবর্তশীল রোধ (R) ও ধাতব তারের সাথে নিম্নের বর্তনীতে সংযুক্ত করা হল। ধাতব তারটির দৈর্ঘ্য 900mm, প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল $1.3 \times 10^{-7}m^2$ এবং এর রোধ 3.4Ω।

(গ) ধাতব তারটির আপেক্ষিক রোধ কত হবে? ৩

(ঘ) উদ্দীপকের পরিবর্তনশীল রোধ R এর মান $0 - 500\Omega$ হলে ধাতব তারের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য কোষের তড়িৎচালক বলের সমান হওয়া সম্ভব কীনা-যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. $L = 900mm = 0.9m; A = 1.3 \times 10^{-7}m^2; R = 3.4\Omega$

∴ আপেক্ষিক রোধ $= \frac{RA}{L} = \frac{3.4\Omega \times 1.3 \times 10^{-7}m^2}{0.9m} = 491 \times 10^{-9}\Omega m$ **(Ans.)**

ঘ. পরিবর্তনশীল রোধের মান 500Ω হলে, ধাতব তারের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য, $V_A = \frac{3.4\Omega}{3.4\Omega + 500\Omega} \times 2V = 0.0135V$

আর পরিবর্তনশীল রোধ 0Ω হলে, ধাতব তারের দুই প্রান্তে বিভব পার্থক্য, $V_B = \frac{3.4\Omega}{0 + 3.4\Omega} \times 2V = 2V = E$

∴ $(0 - 500\Omega)$ হলে ধাতব তারের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য কোষের তড়িচ্চালক বলের সমান হওয়া সম্ভব।

06. একটি গ্যালভানোমিটারের রোধ **20Ω** এবং **80 mA** পর্যন্ত প্রবাহ সহ্য করতে পারে। এর সাথে সান্ট যুক্ত করে একটি অ্যামিটারে পরিণত করা হলো। ফলে এটি **2A** পর্যন্ত প্রবাহ সহ্য করতে সক্ষম হলো।

(গ) ব্যবহৃত শান্টের মান নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) অ্যামিটারটির পাল্লা দ্বিগুণ করা সম্ভব কী-? গাণিতিক বিশ্লেষণ দ্বারা দেখাও। ৪

উত্তর

গ. $G = 20\Omega, i_g = 80mA = 0.08A , i = 2A$

প্রয়োজনীয় শান্টের মান, $S' = ?$

$\therefore \frac{i_g}{i} = \frac{S'}{S'+G} \Rightarrow \frac{0.08}{2} = \frac{S'}{S'+G} \Rightarrow 0.04 = \frac{S'}{S+G} \Rightarrow 0.8 = 0.96S$

$\therefore S = \frac{0.8}{0.96} = 0.83\Omega$

ঘ. $G = 20\Omega; \ i_g = 80mA = 0.08A$

অ্যামিটারের পাল্লা দ্বিগুণ করায়, $i = (2 \times 2)A = 4A$ ∴ প্রয়োজনীয় শান্ট, $S' = ?$

$\frac{i_g}{i} = \frac{S'}{S'+G} \Rightarrow \frac{0.08}{4} = \frac{S'}{S'+G} \Rightarrow 0.02 = \frac{S'}{S'+G} \Rightarrow 0.4 = 0.98S$

$\therefore S' = \frac{0.4}{0.98} = 0.41\Omega$

∴ শান্টের মান পরিবর্তন করে অ্যামিটারটির পাল্লা দ্বিগুণ করা সম্ভব।

অধ্যায় ০৭ ভৌত আলোকবিজ্ঞান

- এই অধ্যায়ের বিগত বছরসমূহের বোর্ড প্রশ্নের বিশ্লেষণ:

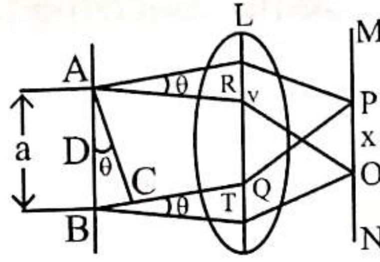
বোর্ড	২০২২					২০২১					২০১৯					২০১৮					২০১৭				
	CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ
	ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ	
ঢাকা		1	1	1	2	3		1	1	7	1		1	1	2		1	1	1	3	1				2
রাজশাহী		1	1	1	4	1	1	1	1	6			1	1	1										2
চট্টগ্রাম		1	1	1	2	3	1	1	1	3					2						1				1
সিলেট	1	1	1	1	3	1		1	1	5					2						1		1	1	3
বরিশাল	1	1		1	4	1	1	1	1	4			1	1	2	সকল বোর্ড					2	1			2
যশোর		1	1	1	5	1	1	1	1	4			1	1	2						1				1
কুমিল্লা			1	1	4	1	1	1	1	3	2	1	1	1	1						1				2
দিনাজপুর	1	1	1	1	4	1	1	1	1	3	1				3										2
ময়মনসিংহ	2	1	1	1		1	1	1	1	5															

বি.দ্র.- ২০২০ সালে বোর্ড পরীক্ষা অনুষ্ঠিত হয় নাই এবং ২০১৮ সালে সকল বোর্ডে অভিন্ন প্রশ্ন পদ্ধতিতে পরীক্ষা অনুষ্ঠিত হয়।

গুরুত্বপূর্ণ সংজ্ঞা ও তথ্যাবলি

- দুটি উৎস থেকে সমদশার বা কোনো নির্দিষ্ট দশা পার্থক্যের একই তরঙ্গদৈর্ঘ্যের দুটি আলোক তরঙ্গ নিঃসৃত হলে তাদের সুসঙ্গত উৎস বলে।
- আলো হালকা মাধ্যম হতে ঘন মাধ্যমে প্রবেশ করলে প্রতিসরণাঙ্ক, ${}_a\mu_b = \frac{c_a}{c_b} > 1$ এবং $c_a > c_b$
  যেখানে 'a' হালকা ও 'b' ঘন মাধ্যম, c_a = a মাধ্যমে আলোর দ্রুতি, c_b = b মাধ্যমে আলোর দ্রুতি।
- ফ্রনহফার রেখা:
  সূর্যের আলোকমণ্ডল হতে অধিক তাপমাত্রায় উৎপন্ন সৌর বর্ণালিতে অপেক্ষাকৃত কম তাপমাত্রার বর্ণমণ্ডলের শোষণ দ্বারা উৎপন্ন কালো রেখা।
- আলোকবর্ষ:
  আলোক দ্বারা এক বছরের অতিক্রান্ত দূরত্ব। 1 light year = 9.46×10^{12} km.
- তড়িৎ বর্ণালির বৈশিষ্ট্য:
  (i) আড় তরঙ্গ (ii) বেগ $3 \times 10^8 ms^{-1}$ (শূন্যে) (iii) মাধ্যমের প্রয়োজন হয় না (iv) তীব্রতা দূরত্বের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক, $E \propto \frac{1}{r^2}$
- তরঙ্গমুখ: কোনো তরঙ্গের ওপর অবস্থিত সমদশাসম্পন্ন কণাগুলোর গতিপথকে তরঙ্গমুখ বলে।
- তরঙ্গমুখের উপর সবগুলো বিন্দুই সমদশা (একই দশা) সম্পন্ন যদি সম্পূর্ণ তরঙ্গমুখটি একই মাধ্যমে থাকে।
- হাইগেনস এর নীতি: কোনো একটি তরঙ্গমুখের ওপর অবস্থিত প্রতিটি বিন্দু কম্পন বা আন্দোলনের এক একটি উৎস হিসেবে বিবেচিত হয়। ঐ গৌণ উৎসগুলো থেকে সৃষ্ট তরঙ্গমালা মূল তরঙ্গের সমান বেগে সামনের দিকে অগ্রসর হয়। যেকোনো সময়ে ঐসব গৌণ তরঙ্গমালাকে স্পর্শ করে একটি তল অঙ্কন করলে ঐ তলই ঐ সময়ের তরঙ্গমুখের নতুন অবস্থান নির্দেশ করে।
- হাইগেনের নীতির সাহায্যে আলোর প্রতিফলন বিশ্লেষণ করা হয়। এই তত্ত্বের ভিত্তিতে আলোর প্রতিফলনের দুটি সূত্রই প্রমাণিত হয়।
- হাইগেনের তরঙ্গ তত্ত্বের ভিত্তিতে আলোর প্রতিসরণের দুটি সূত্রই প্রমাণ করা যায়।

- অপবর্তন: বস্তুর কিনারা ঘেঁষে বা সরু চিড়ের মধ্যে আলোর খানিকটা বেঁকে যাওয়াকে অপবর্তন বলে।
- অপবর্তন ২ ধরনের- (i) ফ্রেনেল শ্রেণির অপবর্তন (ii) ফ্রনহফার শ্রেণির অপবর্তন
- একক চিড়ের অপবর্তন:



O বিন্দু মুখ্য চরমবিন্দু।

- পথপার্থক্য BC ; $BC = AB\sin\theta = a\sin\theta$

  উজ্জ্বল বিন্দুর জন্য, $a\sin\theta = (2n+1)\frac{\lambda}{2}$

  অন্ধকার বিন্দুর জন্য, $a\sin\theta = n\lambda$

  যখন, $n = 1, 2, 3, 4 \cdots\cdots\cdots$
- লেন্সের ফোকাস f হলে, $\sin\theta_n = \frac{x_n}{f}$; $x_n = \frac{n\lambda f}{a}$
- অপবর্তন গ্রেটিং: গ্রেটিং ২ প্রকার- (i) নিঃসরণ গ্রেটিং (ii) প্রতিফলন গ্রেটিং
- পাশাপাশি স্থাপিত অনেকগুলো সমপ্রস্থের সূক্ষ্ম চিড়সম্পন্ন পাতকে অপবর্তন গ্রেটিং বলে।
- গ্রেটিং ধ্রুবক: যেকোনো একটি চিড়ের শুরু থেকে পরবর্তী চিড়ের শুরু পর্যন্ত দূরত্বকে গ্রেটিং ধ্রুবক বলে।

  গ্রেটিং ধ্রুবক, $d = a + b$

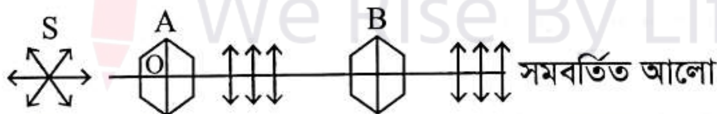
  একক দৈর্ঘ্যে রেখাংশ, $N = \frac{1}{d} = \frac{1}{a+b}$

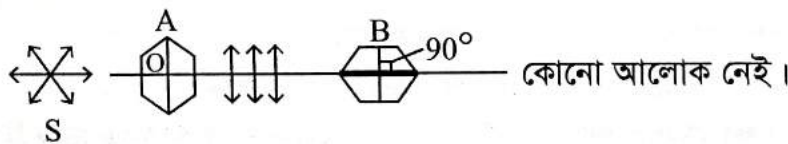
  a = চিড়ের বেধ

  b = রেখার বেধ

  উজ্জ্বল বিন্দুর জন্য, $d\sin\theta = n\lambda$; $n = 1, 2, 3, 4 \cdots\cdots\cdots$

  অনুজ্জ্বল বিন্দুর জন্য, $d\sin\theta = (2n+1)\frac{\lambda}{2}$; $n = 1, 2, 3, 4 \cdots\cdots\cdots$
- আলোকের সমবর্তন: যে প্রক্রিয়ায় বিভিন্ন তলে কম্পমান আলোক তরঙ্গকে একটি নির্দিষ্ট তল বরাবর কম্পনক্ষম করা যায় তাকে সমবর্তন বা পোলারায়ন বলে।
- আড় তরঙ্গ/তির্যক তরঙ্গ পোলারায়নে অংশ নেয় সুতরাং আলো আড় তরঙ্গ।
- A ও B দুটি কেলাস এর সরলাক্ষ পরস্পর সমান্তরাল থাকে। A কে সমবর্তক এবং B কে বিশ্লেষক বলে।





ব্রুস্টারের সূত্র: সমবর্তন কোণের ট্যানজেন্ট প্রতিফলক মাধ্যমের প্রতিসরাঙ্কের সমান অর্থাৎ $\mu = \tan\theta$

ম্যালাসের সূত্র: $I = I_0\cos^2\phi$; I_0 = আপতিত আলোক তীব্রতা

I = সমবর্তিত আলোক তীব্রতা

ϕ = সমবর্তকের তল এবং বিশ্লেষকের অক্ষের মধ্যবর্তী কোণ

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলি

- $_a\mu_b = \frac{\mu_b}{\mu_a} = \frac{c_a}{c_b} = \frac{\lambda_a}{\lambda_b}$ [আলো মাধ্যম পরিবর্তন করলেও কম্পাঙ্ক স্থির থাকে]

  এখানে, μ = মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক; c = মাধ্যমে আলোর বেগ [a, b subscript দ্বারা স্ব-স্ব মাধ্যমের আলোকীয় বৈশিষ্ট্য বোঝানো হয়েছে]
- $\frac{x}{\lambda} = \frac{\delta}{2\pi}$; এখানে, x = পথ পার্থক্য, λ = তরঙ্গদৈর্ঘ্য , δ = দশা পার্থক্য
- ইয়ং এর দ্বি-চিড় পরীক্ষার ক্ষেত্রে:

উজ্জ্বলতার শর্ত,	অন্ধকারের শর্ত,
$x = n\lambda$; $\delta = 2n\pi$ $n = 0, \pm1, \pm2, \pm3 \ldots\ldots$ (0 তম চরম, ১ম চরম, ২য় চরম)	$x = (2n+1)\frac{\lambda}{2}$ $n = 0, \pm1, \pm2, \pm3 \ldots\ldots$ (১ম অবম, ২য় অবম, ৩য় অবম)
এখানে, x = পথ পার্থক্য, λ = তরঙ্গদৈর্ঘ্য , δ = দশা পার্থক্য	$\delta = (2n+1)\pi$

• $Z_n = n\frac{\lambda D}{a}$	Z_n = কেন্দ্রীয় চরম থেকে n তম উজ্জ্বল ডোরার দূরত্ব
• $Z'_n = \frac{(2n-1)}{2}.\frac{\lambda D}{a}$	Z'_n = কেন্দ্রীয় চরম থেকে n তম অন্ধকার ডোরার দূরত্ব
• $\Delta z = \frac{\lambda D}{a}$	Δz = পরপর দুটি অন্ধকার অথবা পরপর দুটি উজ্জ্বল ডোরার কেন্দ্রের মধ্যবর্তী দূরত্ব (ডোরা ব্যবধান)
• $b = \frac{\lambda D}{2a}$	λ = ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য ; D = চির থেকে পর্দার দূরত্ব ; b = একটি উজ্জ্বল অথবা অন্ধকার ডোরার প্রস্থ

- $E = E_0 \sin\frac{2\pi}{\lambda}(ct - x)$; E- হল t সময়ে x অবস্থানে পরিবর্তনশীল তড়িৎক্ষেত্র, E_0 তড়িৎক্ষেত্রের বিস্তার এবং E আলোর সঞ্চালনের সাথে অভিলম্ব।
- $B = B_0 \sin\frac{2\pi}{\lambda}(ct - x)$; B পরিবর্তনশীল চৌম্বকক্ষেত্র, B_0 চৌম্বকক্ষেত্রের বিস্তার।
- $c = \frac{E_0}{B_0} = \frac{E}{B}$; E_0 তড়িৎক্ষেত্রের সর্বোচ্চ মান ; B_0 চৌম্বকক্ষেত্রের সর্বোচ্চ মান।
- শূন্যস্থানে তড়িৎচুম্বক তরঙ্গের বেগ, $c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0\epsilon_0}}$; μ_0 = চৌম্বক ভেদনযোগ্যতা; ϵ_0 = তড়িৎভেদনযোগ্যতা।
- নির্দিষ্ট মাধ্যমে আলোর বেগ, $v = \frac{1}{\sqrt{\mu\epsilon}}$
- $\frac{c}{v} = \frac{\sqrt{\mu\epsilon}}{\sqrt{\mu_0\epsilon_0}} = \sqrt{\frac{\mu}{\mu_0}\times\frac{\epsilon}{\epsilon_0}} = \sqrt{\mu_r\epsilon_r}$; μ_r = আপেক্ষিক চৌম্বক প্রবেশ্যতা ও ϵ_r = ডাই ইলেকট্রিক ধ্রুবক (k), কিন্তু স্বচ্ছ মাধ্যমে $\mu_r \approx 1$
- দুটি মাধ্যমের জন্য, $\frac{c_1}{c_2} = \sqrt{\frac{\mu_{r_2}\epsilon_{r_2}}{\mu_{r_1}\epsilon_{r_1}}}$ মাধ্যমদ্বয় স্বচ্ছ হলে, $\mu_{r_1} \approx \mu_{r_2} \approx 1 \Rightarrow \frac{\mu_{r_2}}{\mu_{r_1}} \approx 1$

  $\therefore \frac{c_1}{c_2} = \sqrt{\frac{\epsilon_{r_2}}{\epsilon_{r_1}}} = \sqrt{\frac{k_2}{k_1}}$ $k_2 > k_1$ হলে $c_1 > c_2$ [k ডাই ইলেকট্রিক ধ্রুবক]
- আলো এক মাধ্যম থেকে অন্য মাধ্যমে প্রবেশ করলে, কম্পাঙ্ক, (f) স্থির থাকবে, $\therefore$ সেক্ষেত্রে $\frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$

  প্রতিসরণাঙ্ক μ হলে, $_2\mu_1 = \frac{\mu_1}{\mu_2} = \frac{v_2}{v_1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$
- পয়েন্টিং ভেক্টর, $\vec{S} = \frac{1}{\mu_0}(\vec{E}\times\vec{B}) = \vec{E}\times\vec{H}$

বহুনির্বাচনি প্রশ্ন ও সমাধান

◆ **MCQ:** বিগত বছরসমূহের বোর্ড প্রশ্ন ও সমাধান

01. কোনটি তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গ নয়? **[DB'22][Ans: d]**
(a) দৃশ্যমান আলো (b) X-রশ্মি
(c) গামা রশ্মি (d) আলফা রশ্মি

02. সুসংগত আলোর উৎসের ক্ষেত্রে- **[DB'22][Ans: d]**
(i) উৎস দুটি ক্ষুদ্র হবে
(ii) উৎস হতে সমান তরঙ্গদৈর্ঘ্যের তরঙ্গ নির্গত হবে
(iii) উৎস দুটি পরস্পর থেকে স্বল্প দূরে হতে হবে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

03. ইয়ং এর দ্বি-চিড় পরীক্ষায় দুটি তরঙ্গের উপরিপাতনের ফলে পর্দায় কোনো বিন্দুতে অন্ধকার ডোরা উৎপন্ন হলো। ঐ বিন্দুতে তরঙ্গদ্বয়ের মধ্যে দশা পার্থক্য (n পূর্ণ সংখ্যা বিবেচনা করে) হলো নিম্নের কোনটি? **[RB'22]**
(a) $2\pi n$ (b) $2\pi n + \frac{\pi}{4}$ (c) $2\pi n + \frac{\pi}{2}$ (d) $2\pi n + \pi$
সমাধান: **(d)**; দ্বিচিড় পরীক্ষায় অন্ধকার ডোরায়,
$\Delta\delta = \Delta x \frac{(2n+1)\lambda}{2} \Rightarrow \Delta\delta = \frac{2\pi}{\lambda} \times \frac{(2n+1)\lambda}{2} = 2\pi n + \pi$

04. ইয়ং এর দ্বিচিড় পরীক্ষায় চিড়গুলোর মধ্যবর্তী দূরত্ব অর্ধেক এবং চিড় থেকে পর্দার দূরত্ব তিনগুণ করা হলে ডোরা প্রস্থের কীরূপ পরিবর্তন হবে? **[RB'22]**
(a) অপরিবর্তিত (b) 6 গুণ হবে
(c) 3 গুণ হবে (d) 2 গুণ হবে
সমাধান: **(b)**; $\Delta x' = \frac{\lambda D'}{2a'} = \frac{\lambda \times 3D}{2\times\frac{a}{2}} = 6 \times \frac{\lambda D}{2a} = 6\Delta x$

05. হাইগেনস এর নীতির সাহায্যে ব্যাখ্যা করা যায়- **[RB'22][Ans: a]**
(i) প্রতিসরণ (ii) প্রতিফলন (iii) সমবর্তন
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

06. ফ্রেনেল শ্রেণির অপবর্তনে আলোকরশ্মি ও তরঙ্গমুখ কীরূপ হয়? **[RB'22, SB'22][Ans: b]**
(a) অভিসারী ও গোলীয় (b) অপসারী ও গোলীয়
(c) সমান্তরাল ও সমতল (d) সমান্তরাল ও বেলনাকৃতি

07. অপবর্তন এক বিশেষ ধরনের- **[Ctg.B'22, JB'22]**
(a) সমবর্তন (b) প্রতিফলন **[Ans: c]**
(c) ব্যতিচার (d) প্রতিসরণ

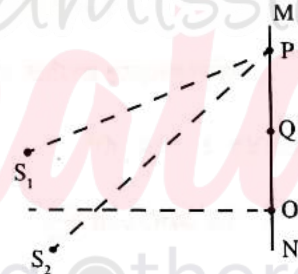
08. ইয়ং-এর দ্বিচিড় পরীক্ষায় সৃষ্ট ব্যতিচার ঝালরে পর পর দুটি উজ্জ্বল ডোরার ব্যবধান (Δx) এবং একটি উজ্জ্বল ডোরার প্রস্থ (δx) এর মধ্যে সম্পর্ক নিচের কোনটি? **[Ctg.B'22**
(a) $\Delta x = 2\delta x$ (b) $\delta x = 2\Delta x$
(c) $\delta x = \frac{\Delta x}{4}$ (d) $\Delta x = \frac{\delta x}{4}$
সমাধান: **(a)**; $\Delta x = \frac{\lambda D}{a}$; $\delta x = \frac{\lambda D}{2a}$; $\frac{\Delta x}{\delta x} = 2 \therefore \Delta x = 2\delta x$

09. $\left(\sqrt{\epsilon_0\mu_0}\right)^{-1}$ এর মান কোনটি? **[SB'22][Ans: d]**
(a) 6.63×10^{-34}Js
(b) $8.85 \times 10^{-12}N^{-1}m^{-2}C^2$
(c) $9 \times 10^{-9}Nm^2C^{-2}$ (d) $3 \times 10^8 ms^{-1}$

10. দৃশ্যমান আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পাল্লা কোনটি? **[SB'22][Ans: b]**
(a) 100 nm হতে 300 nm
(b) 400 nm হতে 780 nm
(c) 1000 nm হতে 1200 nm
(d) 5000 nm হতে 10,000 nm

11. ফ্রেনেল শ্রেণির অপবর্তনে আপতিত তরঙ্গমুখের আকৃতি হবে- **[BB'22][Ans: b]**
(i) গোলীয় (ii) সমতল (iii) সিলিন্ডার
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:



12. চিত্রে P বিন্দুতে গঠনমূলক ব্যতিচার হলে S_1 ও S_2 উৎস থেকে নিঃসৃত তরঙ্গদ্বয়ের দশা পার্থক্য হবে- **[BB'22]**
(a) $\frac{\pi}{4}$ (b) $\frac{\pi}{2}$ (c) 2π (d) $\frac{3\pi}{2}$
সমাধান: **(c)**; গঠনমূলক ব্যতিচারের ক্ষেত্রে দশা পার্থক্য 2π এর গুণিতক হয়।

13. চিত্রে Q বিন্দুতে প্রথম অন্ধকার ডোরা সৃষ্টি হলে এর পথ পার্থক্য হবে- **[BB'22]**
(a) 0 (b) $\frac{\lambda}{4}$ (c) $\frac{\lambda}{2}$ (d) $\frac{3\lambda}{4}$
সমাধান: **(c)**; $\Delta x = \frac{(2n-1)\lambda}{2} = \frac{(2\times1-1)\lambda}{2}$ [$\because$ n = 1] $= \frac{\lambda}{2}$

14. ইয়ংয়ের দ্বি-চিড় পরীক্ষায় ধ্বংসাত্মক ব্যতিচার সৃষ্টির জন্য দশা পার্থক্য হবে- [BB'22]
(a) $2\pi n$ (b) $2n\left(\frac{\lambda}{2}\right)$
(c) $(2n+1)\pi$ (d) $\left(n+\frac{1}{2}\right)\lambda$
সমাধান: (c); $\delta = \frac{2\pi}{\lambda} \times \frac{(2n+1)\lambda}{2} = (2n+1)\pi$

15. ইয়ং এর দ্বি-চিড় পরীক্ষায় সোডিয়াম আলো $(\lambda - 5898\ Å)$ ব্যবহার করলে পর্দায় 92 টি ডোরা পাওয়া যায়। যদি সবুজ আলো $(\lambda = 5461\ Å)$ ব্যবহার করা হয় তবে কতগুলো ডোরা পাওয়া যাবে? [JB'22]
(a) 62 (b) 67 (c) 90 (d) 99
সমাধান: (d); $\Delta x \propto \lambda \therefore n_x \propto \frac{1}{\Delta x} \Rightarrow n_x = \frac{1}{\lambda} \therefore \frac{n_{x_2}}{n_{x_1}}$
$= \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \Rightarrow n_{x_2} = \frac{5898\times10^{-10}}{5461\times10^{-10}} \times 92 = 99.36 \approx 99$

16. উপরিপাতিত দুটি তরঙ্গের বিস্তারের অনুপাত 2 : 1 হলে সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন তীব্রতার অনুপাত হবে- [JB'22]
(a) 1 : 1 (b) 9 : 1 (c) 4 : 1 (d) 2 : 1
সমাধান: (b); $I \propto A^2 \therefore I_{max} : I_{min}$
$= (2+1)^2 : 1^2 = 9 : 1$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
কোনো স্বচ্ছ মাধ্যমের সমবর্তন কোণ ৬০°।

17. মাধ্যমটির পরম প্রতিসরাঙ্ক কত? [JB'22][Ans: d]
(a) 1.33 (b) 1.41 (c) 1.5 (d) 1.73

18. প্রতিসরণ কোণের মান কত? [JB'22][Ans: a]
(a) 30° (b) 45° (c) 60° (d) 90°

19. সরু চিড়ের মধ্য দিয়ে গমনের পর আলোক রশ্মির জ্যামিতিক ছায়া অঞ্চলে প্রবেশ করাকে বলে- [CB'22][Ans: c]
(a) বিচ্ছুরণ (b) ব্যতিচার (c) অপবর্তন (d) সমবর্তন

20. ইয়ং এর দ্বিচিড় পরীক্ষায় কোন বর্ণের আলো ব্যবহার করলে ব্যতিচার ডোরার বিস্তার সবচেয়ে কম হবে? [CB'22][Ans: c]
(a) লাল (b) সবুজ (c) বেগুনি (d) কমলা

21. তরঙ্গের দুটি বিন্দুর দূরত্ব $\frac{3\lambda}{2}$ হলে তাদের দশা পার্থক্য কত? [CB'22][Ans: c]
(a) 0 (b) $\frac{\pi}{2}$ (c) π (d) $\frac{3\pi}{2}$

22. নিচের কোনটি দ্বারা আলোর প্রতিফলন ও প্রতিসরণের সূত্র প্রমাণ করা যায় না? [CB'22][Ans: d]
(a) হাইগেনস্ এর নীতি (b) ফার্মাটের নীতি
(c) নিউটনের কণা তত্ত্ব (d) বোরের অনুরূপতার নীতি

23. তরঙ্গমুখের উপরস্থ কণাসমূহের দশা পার্থক্য হলো- [Din.B'22][Ans: a]
(a) 0 রেডিয়ান (b) $\frac{\pi}{4}$ রেডিয়ান
(c) $\frac{\pi}{2}$ রেডিয়ান (d) π রেডিয়ান

24. কোনো সুসংগত উৎস হতে নির্গত তরঙ্গদ্বয় সমদশায় মিলিত হবে যদি তরঙ্গদ্বয়ের পথ পার্থক্য- [Din.B'22][Ans: a]
(a) $\frac{\lambda}{2}$ এর যুগ্ম গুণিতক হয় (b) $\frac{\lambda}{2}$ এর অযুগ্ম গুণিতক হয়
(c) $\frac{\lambda}{4}$ এর যুগ্ম গুণিতক হয় (d) $\frac{\lambda}{4}$ এর অযুগ্ম গুণিতক হয়

25. পানির প্রতিসরাঙ্ক 1.33। পানিতে সমবর্তন কোণে আলোকরশ্মি আপতিত করলে প্রতিসরণ কোণ হবে- [Din.B'22][Ans: c]
(a) 90° (b) 53° (c) 37° (d) 26°

26. ইয়ং এর দ্বি-চিড় পরীক্ষায় চির হতে পর্দার দূরত্ব হ্রাস করা হলে- [Din.B'22][Ans: a]
(i) ঝালরের প্রস্থ হ্রাস পায়
(ii) ডোরা ব্যবধান হ্রাস পায়
(iii) ঝালরের কৌণিক বেধ হ্রাস পায়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

27. নিচের কোনটির কম্পাঙ্ক সবচেয়ে বেশি? [DB'21][Ans: d]
(a) বেতার তরঙ্গ (b) মাইক্রোতরঙ্গ
(c) অবলোহিত রশ্মি (d) অতিবেগুনী রশ্মি

28. পয়েন্টিং ভেক্টরের একক কোনটি? [DB'21][Ans: c]
(a) Jsm^{-2} (b) Js^2m^{-2}
(c) $Js^{-1}m^{-2}$ (d) $Js^{-1}m^2$

29. একটি তরঙ্গের দুটি বিন্দুর দশাপার্থক্য $\frac{11\pi}{2}$ হলে বিন্দুদ্বয়ের পথ পার্থক্য– [DB'21][Ans: c]
(a) $\frac{11\lambda}{2}$ (b) $\frac{11\pi^2}{\lambda}$ (c) $\frac{11\lambda}{4}$ (d) $\frac{11\pi^2}{4\lambda}$

30. পরিবর্তিত চৌম্বকক্ষেত্র ও পরিবর্তিত তড়িৎক্ষেত্রের অনুপাত– (এখানে, c = আলোর বেগ) [DB'21][Ans: d]
(i) c (ii) $\frac{1}{c}$ (iii) $\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) ii (c) i, iii (d) ii, iii

31. দুটি সুসংগত উৎসের বিস্তারের অনুপাত 3:2। তরঙ্গ দুটির তীব্রতার অনুপাত কোনটি? [DB'21]
(a) 9:4 (b) 4:9 (c) 25:1 (d) 1:25
সমাধান: (a); $\frac{I_1}{I_2} = \left(\frac{A_1}{A_2}\right)^2 = \left(\frac{3}{2}\right)^2 = \frac{9}{4}$

32. একটি তড়িৎচুম্বকীয় তরঙ্গের তড়িৎ ক্ষেত্রের সর্বোচ্চ মান $54\ Vm^{-1}$ হলে চৌম্বকক্ষেত্রের সর্বোচ্চ মান কত? [DB'21][Ans: c]
(a) $1.62\times10^{10}\ Wbm^{-2}$ (b) $1.8\times10^{7}\ Wbm^{-2}$
(c) $1.8\times10^{-7}\ Wbm^{-2}$ (d) $1.62\times10^{-10}\ Wbm^{-2}$

33. একটি তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গের উপর অবস্থিত যে কোনো দুটি নির্দিষ্ট বিন্দুর দশা পার্থক্য– [DB'21][Ans: d]
(i) বিন্দু দুটির মধ্যবর্তী দূরত্বের উপর নির্ভর করে
(ii) তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের উপর নির্ভর করে
(iii) তরঙ্গের বিস্তারের উপর নির্ভর করে না
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

34. নিচের কোনটি হাইগেনসের তরঙ্গ তত্ত্বের সাহায্যে ব্যাখ্যা করা যায় না? [RB'21, BB'17][Ans: d]
(a) প্রতিফলন (b) প্রতিসরণ (c) অপবর্তন (d) সমবর্তন

35. আলোক তরঙ্গের দুটি বিন্দুর পার্থক্য $\frac{\lambda}{4}$ হলে দশা পার্থক্য হবে? [RB'21,BB'21,BB'19,JB'19, DB'17]
(a) π (b) $\frac{\pi}{2}$ (c) $\frac{\pi}{4}$ (d) $\frac{\pi}{8}$
সমাধান: (b); $\Delta x = \frac{2\pi}{\lambda} \times \Delta\delta = \frac{2\pi}{\lambda} \times \frac{\lambda}{4} = \frac{\pi}{2}$

36. দুটি সুসঙ্গত উৎস হতে নির্গত সমান কম্পাঙ্ক ও সমান বিস্তারের দুটি আলোক তরঙ্গের উপরিপাতনের ফলে কোনো বিন্দুতে গঠনমূলক ব্যতিচার সৃষ্টি হবে যখন– [RB'21, CB'17]
(i) তরঙ্গ সমদশায় মিলিত হয় [Ans: a]
(ii) তরঙ্গদ্বয়ের পথ পার্থক্য $\frac{\lambda}{2}$ এর জোড় গুণিতক হয়
(iii) তরঙ্গদ্বয়ের দশা পার্থক্য π এর সরল গুণিতক হয়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

37. নিচের কোন তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য সবচেয়ে বেশি? [RB'21, SB'17][Ans: b]
(a) দৃশ্যমান বিকিরণ (b) বেতার তরঙ্গ
(c) অবলোহিত রশ্মি (d) অতিবেগুনি রশ্মি

38. ইয়ং এর দ্বি-চিড় পরীক্ষায় পরপর দুটি উজ্জ্বল ডোরার মধ্যবর্তী দূরত্ব 3.8×10^{-5} m। চিড় হতে পর্দার দূরত্ব 2m এবং আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য 5.8×10^{-7} m হলে চিড় দুটির মধ্যে দূরত্ব কত? [RB'21]
(a) 3.05×10^{-4} m (b) 4.5×10^{-4} m
(c) 15.26×10^{-3} m (d) 15.26×10^{-4} m
সমাধান: (সঠিক উত্তর নেই); $\Delta z = \frac{\lambda D}{a}$
$\Rightarrow a = \frac{\lambda D}{\Delta z} = \frac{5.8\times10^{-7}\times2}{3.8\times10^{-5}} = 3.05 \times 10^{-2}$m

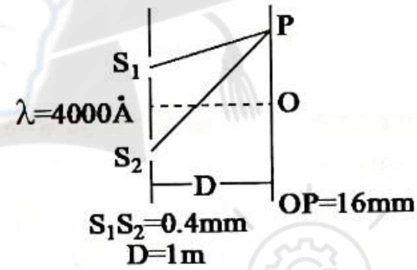
39. একই তরঙ্গমুখে অবস্থিত যে কোনো দুটি বিন্দুর মধ্যে দশা পার্থক্য হবে– [RB'21][Ans: d]
(a) $3\frac{\pi}{2}$ (b) π (c) $\frac{\pi}{2}$ (d) 0

40. তড়িৎ চৌম্বক তরঙ্গের ক্ষেত্রে নিচের কোনটি সঠিক? [Ctg.B'21][Ans: a]
(a) $B = B_0 \sin\frac{2\pi}{\lambda}(ct - x)$
(b) $B = B_0 \sin 2\pi (ct - x)$
(c) $B = B_0 \sin\frac{2\pi}{\lambda}(x - ct)$
(d) $B = B_0 \sin 2\pi (x - ct)$

41. ইয়ং-এর পরীক্ষায় দুটি চিড় থাকার কারণ হলো– [Ctg.B'21][Ans: c]
(a) তীব্রতা বাড়ানো
(b) একটি চিড় কম্পাঙ্কের জন্য, অন্যটি তরঙ্গদৈর্ঘ্যের জন্য
(c) পথ পার্থক্য সৃষ্টির জন্য
(d) একটি চিড় $\vec{E}$ এর জন্য, অন্যটি $\vec{B}$ এর জন্য

42. গঠনমূলক ব্যতিচারের ক্ষেত্রে উপরিপাতিত তরঙ্গদ্বয়ের মধ্যে পথ পার্থক্য হবে– [Ctg.B'21,MB'21][Ans: a]
(a) $\frac{\lambda}{2}$ এর যুগ্ম গুণিতক (b) $\frac{\lambda}{2}$ এর অযুগ্ম গুণিতক
(c) λ এর যুগ্ম গুণিতক (d) λ এর অযুগ্ম গুণিতক

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



উদ্দীপকে ইয়ং এর দ্বিচিড় পরীক্ষা দেখানো হল।

43. P বিন্দুতে কততম গঠনমূলক ব্যতিচার ঘটে? [SB'21]
(a) 16 (b) 32 (c) 64 (d) 256
সমাধান (a); $n = \frac{Z_n}{\lambda D} = \frac{16\times10^{-3}\times0.4\times10^{-3}}{4000\times10^{-10}\times1} = 16$

44. চিড়দ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব অর্ধেক করলে একটি অন্ধকার ডোরার বেধ হবে- [SB'21]
(a) অর্ধেক (b) সমান (c) দ্বিগুণ (d) চারগুণ
সমাধান (c); ডোরার বেধ ∝ $\frac{1}{\text{চিড়দ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব}}$

45. শল্য চিকিৎসায় যন্ত্রপাতি জীবাণুমুক্ত করতে ব্যবহৃত হয়- [SB'21][Ans: b]
(a) এক্স-রে (b) অতিবেগুনী রশ্মি
(c) গামা-রে (d) অবলোহিত রশ্মি

46. পয়েন্টিং ভেক্টরের একক হল- [SB'21][Ans: b]
(a) Wm^{-1} (b) Wm^{-2}
(c) $Wm^{-1}s^{-1}$ (d) $Wm^{-2}s^{-1}$

47. আপতিত আলোক রশ্মির তরঙ্গমুখের সাথে উৎপন্ন কোণ হল- [SB'21][Ans: c]
(a) 0° (b) 45° (c) 90° (d) 180°

48. দৃশ্যমান বর্ণালির তরঙ্গদৈর্ঘ্যের বিস্তৃতি- **[BB'21, SB'19]** **[Ans: c]**
(a) 2000 Å থেকে 3000 Å পর্যন্ত
(b) 3000 Å থেকে 4000 Å পর্যন্ত
(c) 4000 Å থেকে 8000 Å পর্যন্ত
(d) 8000 Å থেকে 12000 Å পর্যন্ত

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
পদার্থবিজ্ঞান গবেষণাগারে শিক্ষক উপস্থিত শিক্ষার্থীদের ইয়ং- এর দ্বি-চিড় পরীক্ষার ব্যবস্থা করতে বললেন। শিক্ষার্থীরা পরীক্ষাটি আলোর তরঙ্গ তত্ত্ব মেনে ব্যতিচার সংঘটিত হয়েছে মর্মে পর্যবেক্ষণ করলেন।

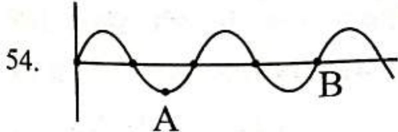
49. উক্ত পরীক্ষার ব্যতিচার ডোরার দৃষ্টি গ্রাহ্যতা বাড়াতে হলে- **[BB'21]**
(a) চিড়দ্বয় হতে পর্দার দূরত্ব কমাতে হবে
(b) চিড়দ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব কমাতে হবে
(c) চিড়দ্বয় হতে পর্দার দূরত্ব ও চিড়দ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব উভয়ই কমাতে হবে
(d) চিড়দ্বয় হতে পর্দার দূরত্ব ও চিড়দ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব উভয়ই বাড়াতে হবে
সমাধান (b); ডোরা প্রস্থ $= \frac{\lambda D}{2a} \therefore$ ডোরা $\propto \frac{1}{a}$

50. এই পরীক্ষায় চিড়দ্বয়ের ব্যবধান আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্যের সমান হলে সর্বোচ্চ কতটি উজ্জ্বল পট্টি গঠিত হবে? **[BB'21]**
(a) 2 (b) 3 (c) 4 (d) 5
সমাধান (b); $d\sin\theta = n\lambda, \theta = 90°$ ও $d = \lambda$ হলে $n = 1$। তাই কেন্দ্রীয় উজ্জ্বল পট্টির দুইপাশে দুটি পট্টি পাওয়া যাবে এবং কেন্দ্রীয় উজ্জ্বলসহ মোট উজ্জ্বল পট্টি 3 টি।

51. ইয়ং- এর দ্বিচিড় পরীক্ষা দ্বারা নিচের কোনটি প্রদর্শিত হয়? **[JB'21][Ans: c]**
(a) অপবর্তন (b) সমবর্তন
(c) ব্যতিচার (d) আলোর সরল পথে চলা

52. আলোর প্রতিফলন এবং প্রতিসরণের সূত্র প্রমাণ করা যায়- **[JB'21][Ans: a]**
(a) হাইগেনস এর নীতির সাহায্যে
(b) দ্বিচিড় পরীক্ষার সাহায্যে
(c) গ্রেটিং এর সাহায্যে (d) প্রিজমের সাহায্যে

53. দুটি আলোক রশ্মির উপরিপাতনের ফলে উজ্জ্বল ও অন্ধকার অবস্থা সৃষ্টির ঘটনাকে বলে- **[JB'21][Ans: d]**
(a) প্রতিফলন (b) প্রতিসরণ (c) বর্ণালী (d) ব্যতিচার

54. 

[JB'21][Ans: d]
উপরের চিত্র মোতাবেক A ও B বিন্দুর মধ্যকার দশা পার্থক্য কত?
(a) $3\frac{\pi}{4}$ (b) $5\frac{\pi}{4}$ (c) $3\frac{\pi}{2}$ (d) $5\frac{\pi}{2}$

55. কোনো তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য 3500 Å হলে এর কম্পাঙ্ক কত? **[JB'21]**
(a) 6.5×10^{11} Hz (b) 7.57×10^{15} Hz
(c) 8.57×10^{14} Hz (d) 9.67×10^{14} Hz
সমাধান (c); $f = \frac{c}{\lambda} = 8.57 \times 10^{14}$ Hz

56. তড়িৎ চৌম্বকীয় তরঙ্গের বেগ $c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}}$ প্রতিপাদিত হয়েছে যে তত্ত্ব হতে তার প্রবক্তা হলেন- **[CB'21][Ans: a]**
(a) ম্যাক্স প্ল্যাঙ্ক (b) ম্যাক্স ওয়েল
(c) আইনস্টাইন (d) নিউটন

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:

57. তরঙ্গ মুখের বৈশিষ্ট্য হল- **[CB'21][Ans: d]**
(i) তরঙ্গমুখে প্রতিটি কণার দশা অভিন্ন
(ii) এক তরঙ্গদৈর্ঘ্য ব্যবধানে তরঙ্গমুখ সমদশায় থাকে
(iii) তরঙ্গমুখের অভিলম্ব বরাবর তরঙ্গ সঞ্চালিত হয়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

58. 0.2 mm ব্যবধানবিশিষ্ট দুটি চিড় হতে 1.2 m দূরে অবস্থিত পর্দায় সৃষ্ট উজ্জ্বল ডোরার প্রস্থ 1.74 mm। ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য হল- **[CB'21]**
(a) 4800Å (b) 5800Å (c) 6800Å (d) 7200Å
সমাধান: (b); $\Delta x = \frac{\lambda D}{2a} \Rightarrow \lambda = \frac{2a\Delta x}{D}$
$= \frac{2\times0.2\times10^{-3}\times1.74\times10^{-3}}{1.2} = 5.8 \times 10^{-7}$ m $= 5800$Å

59. তরঙ্গের দুই বিন্দুর মধ্যে পথ পার্থক্য $\frac{\lambda}{8}$ হলে দশা পার্থক্য কত? **[Din.B'21]**
(a) $\frac{\pi}{2}$ (b) $\frac{\pi}{4}$ (c) $\frac{\pi}{6}$ (d) $\frac{\pi}{8}$
সমাধান (b); $S = \frac{2\pi}{\lambda} \times \frac{\lambda}{8} = \frac{\pi}{4}$

60. $(\epsilon_0 \mu_0)^{-\frac{1}{2}}$ এর মান কোনটি? **[Din.B'21]**
(a) 8.85×10^{-12} $C^2N^{-1}m^{-2}$
(b) 9×10^9 Nm^2C^{-2}
(c) $4\pi \times 10^{-7}$ TmA^{-1}
(d) 3×10^8 ms^{-1}
সমাধান (d); $c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}} = (\epsilon_0 \mu_0)^{-\frac{1}{2}}$

61. নিচের কোনটির কম্পাঙ্ক সর্বাপেক্ষা কম? **[Din.B'21]**
(a) অতিবেগুনী রশ্মি (b) অবলোহিত রশ্মি
(c)এক্স-রে (d) গামা রশ্মি
সমাধান (b); $f \propto \frac{1}{\lambda}$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
ইয়ং এর দ্বিচিড় পরীক্ষায় চিড়দ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব 0.4 mm চিড়টিকে 6000Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো দ্বারা আলোকিত করলে পর্দায় কেন্দ্রীয় উজ্জ্বল হতে 18 mm দূরে সর্বশেষ উজ্জ্বল ডোরা পাওয়া যায়। চিড় হতে পর্দার দূরত্ব 1m।

62. পর্দায় মোট কতগুলো উজ্জ্বল ডোরা পাওয়া যাবে? [MB'21]
(a) 12টি (b) 24টি (c) 35টি (d) 49টি
সমাধান: (b); $a = 4 \times 10^{-4}$ m ;
$\lambda = 6000 \times 10^{-10}$ m ; D = 1m ;
$Z_n = 18 \times 10^{-3}$; n = ?
$Z_n = \frac{n\lambda D}{a} \Rightarrow n = 12$
[∴ মোট উজ্জ্বল ডোরা=$(2 \times 12) = 24$ টি]

63. ২য় উজ্জ্বল ডোরা হতে ৪র্থ অন্ধকার কেন্দ্রের মধ্যবর্তী দূরত্ব কত? [MB'21]
(a) 1.25 mm (b) 2.25 mm
(c) 4.5 mm (d) 5.5 mm
সমাধান: (b); ২য় উজ্জ্বল ডোরার দূরত্ব,
$Z_n = \frac{n\lambda D}{a}$; [n = 2] = 3×10^{-3} m
৪র্থ অন্ধকার ডোরার দূরত্ব, $Z'_n = \frac{\frac{(2n-1)}{2}}{c} \cdot \frac{\lambda D}{a}$ [n = 4]
$= 5.25 \times 10^{-3}$m
∴ কেন্দ্রদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব, $Z'_n - Z_n = 2.25$ mm

64. কোন তরঙ্গের জন্য অপবর্তন সর্বাধিক হয়? [MB'21]
(a) গামা রশ্মি (b) এক্স রশ্মি
(c) অবলোহিত তরঙ্গ (d) বেতার তরঙ্গ
সমাধান: (d); বেতার তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য বেশি।

65. তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গের বৈশিষ্ট্য হচ্ছে- [MB'21][Ans: b]
(i) আড় তরঙ্গ
(ii) তড়িৎক্ষেত্র ও চৌম্বকক্ষেত্রের সমন্বয়ে গঠিত
(iii) তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গের সঞ্চালনের জন্য মাধ্যমের প্রয়োজন
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, iii (b) i, ii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
ড. নিবিড় তার পরীক্ষাগারে ইয়ং-এর দ্বি-চিড় পরীক্ষার মাধ্যমে আলোক ব্যতিচার পর্যবেক্ষণ করলেন। পরীক্ষাটি আলোক তত্ত্ব মেনে সংঘটিত করা হয়।

66. উক্ত পরীক্ষার জন্য আলোক বর্ণ কোনটি? [DB'19][Ans: d]
(a) সাদা (b) কালো (c) গোলাপি (d) হলুদ

67. এই পরীক্ষায় অন্ধকার ডোরা পাওয়ার জন্য দুটি তরঙ্গের –
(i) সম দশায় উপরিপাতিত হবে [DB'19][Ans: c]
(ii) ধ্বংসাত্মক ব্যতিচার হবে
(iii) লব্ধি তরঙ্গের তীব্রতা সর্বনিম্ন হবে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

68. ইয়ং-এর দ্বি-চিড় পরীক্ষায় পর্দার কোনো বিন্দুর উজ্জ্বলতার জন্য শর্ত কোনটি? [RB'19][Ans: c]
(a) $a \sin\theta = (2n+1)\frac{\lambda}{2}$ (b) $\frac{a}{2}\sin\theta = \frac{\lambda}{4}$
(c) $a \sin\theta = \frac{2n\lambda}{2}$ (d) $\frac{a}{2}\sin\theta = (2n+1)\frac{\lambda}{4}$

69. গঠনমূলক ব্যতিচারের ক্ষেত্রে পরপর দুটি উজ্জ্বল ডোরার মধ্যে ব্যবধান হবে – [Ctg.B'19][Ans: d]
(a) $\frac{\lambda D}{2a}$ (b) $\frac{a}{\lambda D}$ (c) $\frac{\lambda a}{2D}$ (d) $\frac{\lambda D}{a}$

70. ইয়ংয়ের দ্বি-চিড় পরীক্ষায় একটি চিড় বাদ দিলে কোন আলোকীয় ঘটনাটি ঘটবে? [Ctg.B'19][Ans: c]
(a) প্রতিসরণ (b) ব্যতিচার (c) অপবর্তন (d) সমবর্তন

71. তরঙ্গের উপরিস্থিত দুটি বিন্দুর দশা পার্থক্য $\frac{3}{2}\pi$ হলে এদের পথ পার্থক্য – [SB'19]
(a) 1.5 λ (b) 1.3 λ (c) 0.75 λ (d) 0.67 λ
সমাধান: (c); $\Delta x = \frac{\lambda}{2\pi}\Delta\phi = \frac{\lambda}{2\pi} \times \frac{3}{2}\pi = 0.75\lambda$

72. পয়েন্টিং ভেক্টর হলো– [BB'19][Ans: a]
(a) $\frac{1}{\mu_0}(\vec{E} \times \vec{B})$ (b) $\frac{1}{\mu_0}(\vec{B} \times \vec{E})$
(c) $\frac{1}{\epsilon_0}(\vec{E} \times \vec{B})$ (d) $\frac{1}{\epsilon_0}(\vec{B} \times \vec{E})$

73. অপবর্তন কত প্রকার? [JB'19][Ans: a]
(a) 2 (b) 3 (c) 4 (d) 5

74. ইয়ং এর দ্বি-চিড় পরীক্ষা অনুসারে আলোক তরঙ্গ– [CB'19][Ans: b]
(i) কণাধর্মী (ii) তরঙ্গধর্মী (iii) অনুপ্রস্থ
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) ii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

75. দশা পার্থক্য ও পথ পার্থক্যের অনুপাত কত? [Din.B'19][Ans: a]
(a) $\frac{2\pi}{\lambda}$ (b) $\frac{\lambda}{\pi}$ (c) $\frac{\lambda}{2\pi}$ (d) $\frac{2\lambda}{\pi}$

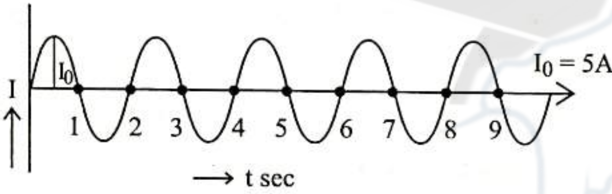
76. ইয়ং-এর দ্বি-চিড় পরীক্ষায় পাশাপাশি দুটি উজ্জ্বল ডোরা গঠনের জন্য তরঙ্গদ্বয়ের মধ্যে পথ পার্থক্য কত? [Din.B'19]
(a) $\frac{\lambda}{2}$ (b) λ (c) 2λ (d) 3λ
সমাধান: (b); উজ্জ্বল ডোরার জন্য পথ পার্থক্য $= n\lambda$।
পাশাপাশি দুটি উজ্জ্বল ডোরার জন্য পথ পার্থক্য
$= (n+1)\lambda - n\lambda = \lambda$

77. আলোর বেগকে লেখা যায় – [Din.B'19][Ans: d]
(i) $c = \frac{E}{B}$ (ii) $c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}$ (iii) $c = \frac{E\lambda}{h}$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b)i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

78. একটি তরঙ্গের দুটি বিন্দুর মধ্যবর্তী দশা পার্থক্য 3π হলে পথ পার্থক্য হবে- [All B'18]
(a) $\frac{\lambda}{2}$ (b) λ (c) $\frac{3\lambda}{2}$ (d) 2λ
সমাধান: (c); $\varphi = \frac{2\pi x}{\lambda} \therefore x = \frac{3\pi}{2\pi}\lambda = \frac{3\lambda}{2}$

79. হলুদ, কমলা ও লাল আলোর কম্পাঙ্ক যথাক্রমে ν_y, ν_o ও ν_r হলে নিচের কোন সম্পর্কটি সঠিক? [All B'18]
(a) $\nu_r > \nu_o > \nu_y$ (b) $\nu_y > \nu_o > \nu_r$
(c) $\nu_o > \nu_y > \nu_r$ (d) $\nu_o > \nu_r > \nu_y$
সমাধান: (b); $\lambda_y < \lambda_o < \lambda_r \Rightarrow \nu_y > \nu_o > \nu_r$

নিচের চিত্র অনুসারে পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও:



80. তরঙ্গটির কৌণিক কম্পাঙ্ক হলো (রেডিয়ানে)- [All B'18]
(a) 4π (b) 3π (c) 2π (d) π
সমাধান: (d); $\omega = \frac{2\pi}{2} = \pi$

81. পরিবর্তিত তড়িৎ ও চৌম্বক ক্ষেত্রের অনুপাত হলো–
(a) মাধ্যমের তড়িৎ প্রবেশ্যতা [DB'17] [Ans: d]
(b) মাধ্যমের চৌম্বক প্রবেশ্যতা
(গ) আধান বাহকের তাড়নবেগ
(d) মাধ্যমে আলোর বেগ

82. আলোর তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গ তত্ত্বের প্রবর্তক কে? [Ans: b]
(a) ম্যাক্স প্ল্যাঙ্ক (b) ম্যাক্সওয়েল [Ctg.B'17]
(c) হাইগেন (d) আইনস্টাইন

83. আলোক তরঙ্গদৈর্ঘ্যের ক্ষেত্রে কোন ক্রমটি সঠিক? [RB'17][Ans: a]
(a) $\lambda_R > \lambda_Y > \lambda_V$ (b) $\lambda_R < \lambda_Y < \lambda_V$
(c) $\lambda_V > \lambda_R < \lambda_Y$ (d) $\lambda_Y > \lambda_R < \lambda_V$

84. আলোর কম্পনকে একটি নির্দিষ্ট তলে সীমাবদ্ধ করার প্রক্রিয়াকে বলে আলোর– [RB'17][Ans: c]
(a) ব্যতিচার (b) অপবর্তন (c) সমবর্তন (d) প্রতিসরণ

85. সমবর্তিত আলোর ক্ষেত্রে কোনটি সত্য? [SB'17][Ans: b]
(a) অসমবর্তিত আলোর তুলনায় সমবর্তিত আলোর তীব্রতা বৃদ্ধি পাবে
(b) সমবর্তিত আলোর কম্পন তল নির্দিষ্ট
(c) সমবর্তিত আলোর ক্ষেত্রে $\vec{E} || \vec{B}$
(d) সমবর্তিত আলোর বেগ ও $\vec{E}$ এর দিক একই

86. পানিতে তৈল ফোঁটাকে রঙিন দেখায়– এটি কোন আলোকীয় ঘটনাকে সমর্থন করে? [SB'17][Ans: b]
(a) অপবর্তন (b) ব্যতিচার (c) সমবর্তন (d) প্রতিসরণ

87. দ্বি-চিড় পরীক্ষায় চিড় দুটির দূরত্ব অর্ধেক ও চিড় থেকে পর্দার দূরত্ব দ্বিগুণ করা হলে ডোরার প্রস্থ কত হবে? [BB'17]
(a) অর্ধেক হবে (b) অপরিবর্তিত থাকবে
(c) দ্বিগুণ হবে (d) চারগুণ হবে
সমাধান: (d); ডোরা প্রস্থ,
$\Delta x = \frac{\lambda D}{2a}$ $\left[\Delta x \propto D \text{ and } \Delta x \propto \frac{1}{a}\right]$
D দ্বিগুণ এবং a অর্ধেক হলে, Δx চারগুণ হবে।

88. কোনো চিরের মধ্য দিয়ে আলোর বেঁকে যাওয়ার ঘটনা ব্যাখ্যা করা হয় নিচের কোনটির দ্বারা? [BB'17][Ans: b]
(a) কণা তত্ত্ব (b) তরঙ্গ তত্ত্ব
(c) দ্বৈতনীতি (d) কোয়ান্টাম তত্ত্ব

89. অপবর্তন গ্রেটিং– [CB'17][Ans: b]
(i) আলোর প্রকৃতি নির্ণয় করতে পারে
(ii) নির্দিষ্ট দিকে আপতিত রশ্মিকে একত্রিত করতে পারে
(ii) তীক্ষ্ণ বর্ণালি সৃষ্টি করতে পারে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

90. আলোক তরঙ্গের তীর্যক প্রকৃতি জানা যায় যে প্রক্রিয়ায় তা হল— [Din.B'17][Ans: b]
(a) প্রতিসরণ (b) অপবর্তন (c) সমবর্তন (d) ব্যতিচার

91. একটি তরঙ্গের দুটি বিন্দুর পথ পার্থক্য $\frac{5\lambda}{4}$। এদের দশা পার্থক্য হল– [Din.B'17]
(a) $\frac{\pi}{2}$ (b) $\frac{\pi}{3}$ (c) $\frac{\pi}{4}$ (d) $\frac{\pi}{6}$
সমাধান: (a); দশা পার্থক্য $= \frac{2\pi}{\lambda} \times$ পথ পার্থক্য
$= \frac{2\pi}{\lambda} \times \frac{5\lambda}{4} = \frac{5\pi}{2} = 2\pi + \frac{\pi}{2} = \frac{\pi}{2}$

◆ **MCQ:** বিভিন্ন লেখকের মূল বইয়ের অনুশীলনীর প্রশ্ন ও সমাধান

প্রফেসর মোহাম্মদ ইসহাক স্যার

01. কোনটি তড়িৎচুম্বকীয় তরঙ্গ নয়?
(a) দৃশ্যমান আলো (b) এক্স-রশ্মি
(c) গামা রশ্মি (d) আলফা রশ্মি
সমাধান: **(d);** α, β রশ্মি তেজস্ক্রিয় রশ্মি এবং γ রশ্মি হলো একই সঙ্গে তেজস্ক্রিয় রশ্মি এবং তড়িৎচুম্বকীয় রশ্মি।

02. মাধ্যমের পরিবর্তন হলে আলোর বৈশিষ্ট্যের কী পরিবর্তন ঘটে?
(a) তরঙ্গদৈর্ঘ্য (b) কম্পাঙ্ক
(c) বর্ণ (d) কোনোটাই নয়
সমাধান: **(a);** মাধ্যম পরিবর্তন হলে তরঙ্গ বেগ এবং তরঙ্গদৈর্ঘ্য পরিবর্তন হয়। $a^{\mu}b = \frac{\lambda_a}{\lambda_b} = \frac{C_a}{C_b}$

03. টমাস ইয়ং দ্বি-চিড় পরীক্ষার মাধ্যমে কী প্রদর্শন করেন? **[Ans: c]**
(a) আলোর সমবর্তন (b) আলোর প্রতিসরণ
(c) আলোর ব্যতিচার (d) আলোর বিচ্ছুরণ

04. ইয়ং-এর পরীক্ষায় দুইটি চিড় থাকার কারণ হলো- **[Ans: a]**
(a) দুইটি সুসঙ্গত উৎস সৃষ্টির জন্য
(b) একটি চিড় কম্পাংকের জন্য এবং অপরটি তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের জন্য
(c) পথের দূরত্বের পার্থক্য সৃষ্টির জন্য
(d) একটি চিড় $\vec{E}$ ক্ষেত্রের জন্য এবং অপরটি $\vec{B}$ ক্ষেত্রের জন্য

05. তরঙ্গ উপরিপাতের ফলে ঘটে- **[Ans: b]**
(a) অপবর্তন (b) ব্যতিচার (c) সমবর্তন (d) প্রতিসরণ

06. একক চিরের দরুন অপবর্তনের ক্ষেত্রে অবমের শর্ত- **[Ans: c]**
(a) $d\sin\theta = (2n)\frac{\lambda}{2}$ (b) $a\sin\theta = (2n+1)\frac{\lambda}{2}$
(c) $a\sin\theta = (2n)\frac{\lambda}{2}$ (d) $d\sin\theta = (2n+1)\frac{\lambda}{2}$

07. ব্যতিচার এক ধরনের – **[Ans: d]**
(a) প্রতিসরণ (b) সমবর্তন
(c) অপবর্তন (d) উপরিপাতন

08. নিচের কোন তরঙ্গটির পোলারায়ন সম্ভব নয়?
(a) আলোক তরঙ্গ (b) পানি তরঙ্গ
(c) বেতার তরঙ্গ (d) শব্দ তরঙ্গ
সমাধান: **(d);** শুধুমাত্র অনুপ্রস্থ তরঙ্গের পোলারায়ন সম্ভব। শব্দ তরঙ্গ একটি অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ।

09. ফ্রনহফার শ্রেণির অপবর্তনে আলোক রশ্মিসমূহ ও তরঙ্গমুখ যথাক্রমে –
(a) অভিসারী ও গোলীয় (b) অপসারী ও গোলীয়
(c) সমান্তরাল ও সমতল (d) সমান্তরাল ও বেলনাকৃতি
সমাধান: **(c);** ফ্রেনেল শ্রেণির অপবর্তনে আলোকরশ্মি গোলীয় হয়।

10. $\vec{E}$ এবং $\vec{H}$ প্রত্যেকের সাথে তাড়িতচৌম্বক তরঙ্গের বেগ কত কোণে থাকে?
(a) 0° (b) 45° (c) 90° (d) 180°
সমাধান: **(c);** তরঙ্গ সঞ্চালনের অভিমুখ $\vec{E}$ এবং $\vec{H}$ উভয়ের ওপর লম্ব। তাই তাড়িতচৌম্বক তরঙ্গ একটি আড় তরঙ্গ।

11. একটি গ্রেটিং-এর প্রতি একক দৈর্ঘ্যে রেখার সংখ্যা এবং গ্রেটিং ধ্রুবক d- এর মধ্যে সম্পর্ক হলো — **[Ans: a]**
(a) $N = \frac{1}{d}$ (b) $N = d$ (c) $N = \frac{1}{d^2}$ (d) $N = \frac{1}{\sqrt{d}}$

12. ইয়ং এর দ্বি-চিড় পরীক্ষায় চিড়গুলোর দূরত্ব অর্ধেক এবং চিড় ও পর্দার দূরত্ব দ্বিগুণ করা হলে ডোরা প্রস্থ কত হবে? ইয়ং এর দ্বি-চিড় পরীক্ষায় চিড় দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব অর্ধেক এবং দ্বি-চিড় থেকে পর্দার দূরত্ব দ্বিগুণ করলে ডোরার মানের ব্যবধান হবে- **[Ans: d]**
(a) একই (b) অর্ধেক (c) দ্বিগুণ (d) চারগুণ

13. সমবর্তিত আলোর ক্ষেত্রে কোনটি সত্য? **[Ans: b]**
(a) $\vec{E}$-এর কম্পন তল নির্দিষ্ট এবং $\vec{B}$ থাকে না
(b) $\vec{E}$-এর কম্পন তল এবং $\vec{B}$ এর কম্পন তল পরস্পর লম্ব হয়
(c) $\vec{E}$-এর কম্পন তল নির্দিষ্ট নয়
(d) $\vec{E}$ ও $\vec{B}$ কোনোটিই নির্দিষ্ট থাকে না

14. দুটি উৎস হতে সমদশায় একই তরঙ্গদৈর্ঘ্যের দুটি আলোক তরঙ্গ নিঃসৃত হলে তাকে কী বলে? **[Ans: b]**
(a) গৌণ উৎস (b) সুসঙ্গত উৎস
(c) প্রধান উৎস (d) সবগুলো

15. কিনারা বা প্রান্ত দিয়ে আলোর বেঁকে যাওয়াকে বলা হয়-
(a) সমবর্তন (b) ব্যতিচার **[Ans: c]**
(c) অপবর্তন (d) দ্বৈত প্রতিসরণ

16. নিচের কোনটির ক্ষেত্রে অপবর্তন সবচেয়ে বেশি হয়?
(a) গামা রশ্মি (b) অতি বেগুনি রশ্মি
(c) অবলোহিত রশ্মি (d) রেডিও তরঙ্গ
সমাধান: **(d);** অপবর্তন $\propto$ তরঙ্গদৈর্ঘ্য।
অপবর্তন সৃষ্টির দুটি শর্ত রয়েছে:
(i) খাড়া ধারের ক্ষেত্রে: ধার খুব তীক্ষ্ণ হতে হবে এবং এর প্রস্থ আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য λ- এর সমান বা কাছাকাছি মানের হতে হবে।
(ii) সরু ছিদ্রের ক্ষেত্রে: ছিদ্র খুবই সরু হতে হবে এবং এর ব্যাস তরঙ্গদৈর্ঘ্যের λ- এর সমান বা কাছাকাছি মানের হতে হবে।

17. ধ্বংসাত্মক ব্যতিচারের জন্য পথ পার্থক্য কী হবে? [Ans: c]
(a) $n\lambda$ (b) $\frac{n\lambda}{2}$
(c) $(2n+1)\frac{\lambda}{2}$ (d) $(n+1)\frac{\lambda}{2}$

18. কম্পন তল ও সমবর্তিত আলোর সমবর্তন তলের মধ্যবর্তী কোণের মান হলো — [Ans: c]
(a) 0 (b) $\frac{\pi}{4}$ (c) $\frac{\pi}{2}$ (d) π

19. অবলোহিত রশ্মির ব্যবহার নয় কোনটি? [Ans: b]
(a) রিমোট কন্ট্রোল (b) টিভি সিগন্যাল
(c) অপটিক্যাল ফাইবারের মাধ্যমে যোগাযোগ
(d) ফিজিওথেরাপি

20. মাইক্রোওয়েভ কোথায় ব্যবহৃত হয়? [Ans: c]
(a) রেডিওতে (b) টেলিফোনে
(c) রাডারে (d) টেলিস্কোপে

21. আলোক তরঙ্গের বেলায় নিচের কোনটি মিথ্যা?
(a) এর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য অত্যন্ত ক্ষুদ্র
(b) ইহা একটি লম্বিক তরঙ্গ
(c) এর অস্তিত্ব চোখে অনুভূত হয়
(d) এর সমবর্তন হতে পারে
সমাধান: (b); আলোক তরঙ্গ অনুপ্রস্থ ও তাড়িত চৌম্বক তরঙ্গ।

22. প্রাথমিক বর্ণ নয় কোনটি? [Ans: c]
(a) লাল (b) সবুজ (c) বেগুনি (d) নীল

23. শরীরের ব্যথা-বেদনা উপশমে নিচের কোন রশ্মিটি ব্যবহৃত হয়? [Ans: c]
(a) অতিবেগুনি রশ্মি (b) এক্স রশ্মি
(c) অবলোহিত রশ্মি (d) বিটা রশ্মি

24. আলোর অপবর্তন নিম্নের কোন কারণে ঘটে?/অপবর্তন সজ্জার উৎপত্তির কারণ- [Ans: b]
(a) প্রতিফলন (b) ব্যতিচার
(c) সমবর্তন (d) প্রতিসরণ

25. আলোর কম্পনের একটি নির্দিষ্ট তলে সীমাবদ্ধ করার প্রক্রিয়াকে বলে আলোর - [Ans: c]
(a) ব্যতিচার (b) অপবর্তন
(c) সমবর্তন (d) প্রতিসরণ

26. কোনো চিড়ের মধ্য দিয়ে আলো বেঁকে যাওয়ার ঘটনা ব্যাখ্যা করা যায় নিচের কোনটির দ্বারা? [Ans: b]
(a) কণাতত্ত্ব (b) তরঙ্গ তত্ত্ব
(c) দ্বৈতনীতি (d) কোয়ান্টাম তত্ত্ব

27. 4000 Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের দুইটি একই বর্ণের আলোক তরঙ্গের মধ্যে পথ পার্থক্য 2×10^{-7} m হলে, তাদের মধ্যে দশা পার্থক্য হবে -
(a) π (b) 2π (c) $3\pi/2$ (d) $\pi/2$
সমাধান: (a); দশা পার্থক্য $= \frac{2\pi}{4000\times10^{-10}}\times 2\times10^{-7} = \pi$.

28. নিচের কোন বৈশিষ্ট্য বলে দেয় যে, আলো একটি অনুপ্রস্থ তরঙ্গ? [Ans: d]
(a) প্রতিফলন (b) প্রতিসরণ (c) ব্যতিচার (d) সমবর্তন

29. নিচের কোন তড়িৎ চুম্বকীয় বিকিরণের কম্পাঙ্ক সবচেয়ে কম?
(a) গামা (b) অবলোহিত
(c) অতিবেগুনি (d) এক্স-রে
সমাধান: (b); তড়িৎ চুম্বকীয় বিকিরণের কম্পাঙ্কের ক্রম (বেশি থেকে কম): γ-রশ্মি > X-ray > অতিবেগুনি রশ্মি > দৃশ্যমান আলো > অবলোহিত রশ্মি > রেডিও তরঙ্গ।

30. $\epsilon_0\,\mu_0$ এর একক নিচের কোনটির এককের সমান?
(a) $(\text{velocity})^2$ (b) $(\text{velocity})^{\frac{1}{2}}$
(c) $\frac{1}{\text{Velocity}}$ (d) $(\text{velocity})^{-2}$
সমাধান: (d); $C = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0\mu_0}}$ [C = আলোর বেগ]
$\Rightarrow C^2 = \frac{1}{\epsilon_0\mu_0} \Rightarrow \epsilon_0\,\mu_0 = \frac{1}{C^2} \therefore \epsilon_0\,\mu_0 = C^{-2}$

31. কোনটি সত্য নয়? [Ans: b]
(a) আলোক এক প্রকার শক্তি
(b) আলোক তরঙ্গ প্রবাহের জন্য মাধ্যম প্রয়োজন হয়
(c) আলো একটি তরঙ্গ
(d) আলোর ভরবেগ আছে

32. একটি LED-এর আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য 4500×10^{-10}m হলে, এটি কোন ধরনের আলো হতে পারে? [Ans: c]
(a) লাল (b) সবুজ (c) নীল (d) হলুদ

33. আলোর অনুদৈর্ঘ্য এবং অনুপ্রস্থ উভয় প্রকার তরঙ্গ সম্ভব- [Ans: d]
(a) ব্যতিচার (b) অপবর্তন
(c) সমবর্তন (d) কোনোটিই নয়

34. একটি কমপ্যাক্ট ডিস্ককে আলোর সামনে ধরা হলো যেন আলো প্রতিফলিত হয়ে বিভিন্ন বর্ণের আলোকছটা দেখা যায়। এর কারণ আলোর - [Ans: d]
(a) ব্যতিচার (b) অপবর্তন
(c) সমবর্তন (d) কোনোটিই নয়

35. আলোর কোয়ান্টাম নাম দেন কে? [Ans: a]
(a) ম্যাক্স প্ল্যাঙ্ক (b) গিলবার্ট/লুইস
(c) আইনস্টাইন (d) কোনোটিই নয়

36. $\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}$ এর মাত্রা কত?
(a) $[LT^{-1}]$ (b) $[L^{-1}T]$ (c) $[LT^{-2}]$ (d) $[L^2T^{-1}]$
সমাধান: (b); $C = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0\mu_0}}$ [C = আলোর বেগ]
$\Rightarrow \sqrt{\epsilon_0 \mu_0} = \frac{1}{C} = \frac{1}{LT^{-1}}$ [বেগের মাত্রা LT^{-1}]
$= L^{-1}T$

37. শূন্য মাধ্যমের আলোর বেগ c হলে, কোনটি সঠিক? [Ans: b]
(a) $c = \sqrt{\epsilon_0 \mu_0}$ (b) $c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0\mu_0}}$
(c) $c = \sqrt{\frac{\epsilon_0}{\mu_0}}$ (d) $c = \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}}$

38. আলোর কণিকা তত্ত্বের প্রবর্তক কে?
(a) টমাস ইয়ং (b) নিউটন
(c) আইনস্টাইন (d) ম্যাক্স প্ল্যাঙ্ক
সমাধান: (b);

হাইগেন	তরঙ্গতত্ত্ব
ম্যাক্সওয়েল	তড়িৎ চুম্বকীয় তত্ত্ব

39. কেলাসের গঠন নির্ণয়ের ক্ষেত্রে আলোর কোন বৈশিষ্ট্য ব্যবহৃত হয়? [Ans: b]
(a) সমবর্তন (b) অপবর্তন (c) প্রতিসরণ (d) ব্যতিচার

40. একটি তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য 6000Å। তরঙ্গটি কোন ধরনের? [Ans: b]
(a) শব্দ তরঙ্গ (b) দৃশ্যমান আলোক
(c) গামারশ্মি (d) আলোক

41. কোন বিজ্ঞানী সর্বপ্রথম আলোর তরঙ্গ তত্ত্ব প্রবর্তন করেন?
(a) নিউটন (b) আইনস্টাইন [Ans: d]
(c) প্ল্যাঙ্ক (d) হাইগেন

42. ইয়ং-এর দ্বি-চিড় পরীক্ষায় দুইটি তরঙ্গের উপরিপাতনের ফলে একটি বিন্দুতে কালো ডোরা উৎপন্ন হয়। ঐ বিন্দুতে তরঙ্গদ্বয়ের মধ্যে দশা পার্থক্য হলো- [Ans: c]
(a) শূন্য (b) $2\pi m + \pi/4$
(c) $2\pi m + \pi/2$ (d) $2\pi m + \pi$

43. একটি অতি সুসঙ্গত আলোক রশ্মি একটি সূক্ষ্ম তারের উপর আপতিত হলে তারের পিছনে যে ছায়া তৈরি হয় তা একটি তারের নয়, বরং অনেকগুলো সমান্তরাল তারের। এই ঘটনা ব্যাখ্যা করা যায় নিম্নের কোনটি দ্বারা? [Ans: b]
(a) প্রতিসরণ (b) অপবর্তন
(c) প্রতিফলন (d) ডপলার ক্রিয়া

44. শূন্য মাধ্যমে প্রবাহমান একটি সমতল তরঙ্গ মুখের তড়িৎচুম্বকীয় তরঙ্গের বিদ্যুৎ ও চৌম্বকক্ষেত্রের বিস্তারের অনুপাত E/B এর মান এস আই এককে হলো- [Ans: c]
(a) তরঙ্গের কৌণিক কম্পাঙ্ক, ω
(b) শূন্য মাধ্যমে তরঙ্গদৈর্ঘ্য, λ
(c) শূন্য মাধ্যমে আলোর বেগ, c
(d) প্ল্যাঙ্কের ধ্রুবক, h

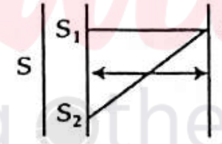
45. সুসঙ্গত আলোক উৎসের ক্ষেত্রে- [Ans: d]
(i) উৎস দুটি ক্ষুদ্র হবে
(ii) উৎস হতে সমান তরঙ্গদৈর্ঘ্যের তরঙ্গ নির্গত হবে
(iii) তরঙ্গদ্বয়ের দশা পার্থক্য সর্বদা নির্দিষ্ট থাকবে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

46. পথ পার্থক্য δ, দশা পার্থক্য σ এবং তরঙ্গদৈর্ঘ্য λ হলে-
(i) $\sigma = \frac{2\pi}{\delta}\lambda$ (ii) $\frac{2\pi}{\lambda}\delta = \sigma$ (iii) $\frac{\lambda}{\delta} = \frac{2\pi}{\sigma}$ [Ans: c]
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

47. প্রতিসরণের সময় আলো এক মাধ্যম থেকে অন্য মাধ্যমে গেলে আলোর- [Ans: b]
(i) বেগের পরিবর্তন হয় (ii) কম্পাঙ্কের পরিবর্তন হয়
(iii) তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পরিবর্তন হয়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

48. ব্যতিচার ঝালরের প্রস্থ- [Ans: c]
(i) ঝালর সংখ্যার ওপর নির্ভর করে
(ii) আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্যের সমানুপাতিক
(iii) উৎসদ্বয় হতে পর্দার দূরত্ব এবং উৎসদ্বয়ের মধ্যে দূরত্বের ওপর নির্ভর করে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

নিচের উদ্দীপকটি পড়ে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



49. উদ্দীপক অনুসারে P বিন্দুতে গঠনমূলক ব্যতিচার তৈরি হলে যদি S_1, S_2 উৎসদ্বয় থেকে নিঃসৃত তরঙ্গ দুটোর মধ্যে দশা পার্থক্য হয়- [Ans: b]
(a) $\frac{3\pi}{2}$ (b) 2π (c) π (d) $\frac{\pi}{2}$

50. উদ্দীপকে S_1, S_2 উৎসদ্বয়ের মধ্যে দূরত্ব অর্ধেক করে দিয়ে এবং চিড় হতে পর্দার দূরত্ব S_1, S_2 এর মান দ্বিগুণ করা হলে পর্দায় সৃষ্ট ব্যতিচার ঝালরের প্রস্থ হবে পূর্বের মানের-[Ans: d]
(a) অর্ধেক (b) দ্বিগুণ (c) সমান (d) চারগুণ

ড. শাহজাহান তপন স্যার

01. সুসঙ্গত উৎস থেকে নিঃসৃত দুটি আলোক তরঙ্গের উপরিপাতনের ফলে কোনো বিন্দুতে আলোক তীব্রতা বৃদ্ধি পায় আবার কোনো বিন্দুতে তীব্রতা হ্রাস পায়। একে কী বলে? **[Ans: c]**
(a) অপবর্তন (b) সমবর্তন (c) ব্যতিচার (d) বিচ্ছুরণ

02. গঠনমূলক ব্যতিচারের জন্য পথ পার্থক্য কী হবে?
(a) $\frac{n\lambda}{2}$ (b) $n\lambda$
(c) $(2n+1)\frac{\lambda}{2}$ (d) $(2n-1)\frac{\lambda}{2}$
সমাধান: **(b);** গঠনমূলক ব্যতিচারের জন্য পথ পার্থক্যের শর্ত: $x = n\lambda / 2n\left(\frac{\lambda}{2}\right)$; ধ্বংসাত্মক ব্যতিচারের জন্য পথ পার্থক্যের শর্ত: $x = (2n+1)\frac{\lambda}{2}$

03. ব্যতিচার ঝালরে একটি উজ্জ্বল বা একটি অন্ধকার ডোরার প্রস্থ কত? **[Ans: a]**
(a) $\delta x = \frac{\lambda D}{2a}$ (b) $\delta x = \frac{\lambda a}{D}$
(c) $\delta x = \frac{\lambda D}{a}$ (d) $\delta x = \frac{2D}{\lambda a}$

04. কোনো প্রতিবন্ধকের ধার ঘেঁষে যাওয়ার সময় জ্যামিতিক ছায়া অঞ্চলের মধ্যে আলোর বেঁকে যাওয়ার ঘটনাকে কী বলে? **[Ans: b]**
(a) ব্যতিচার (b) অপবর্তন (c) সমবর্তন (d) প্রতিসরণ

05. পাশাপাশি স্থাপিত সমপ্রস্থের সূক্ষ্ম চিড় বিশিষ্ট পাতকে কী বলা হয়? **[Ans: a]**
(a) গ্রেটিং (b) ঝালর
(c) ব্যতিচার ডোরা (d) প্রতিসারক

06. নিচের কোনটি আলোর তরঙ্গ ধর্ম প্রকাশ করে না?
(a) ব্যতিচার (b) অপবর্তন
(c) প্রতিসরণ (d) আলোক তড়িৎ ক্রিয়া
সমাধান: **(d);** আলোর তড়িৎ ক্রিয়া আলোর কণা ধর্ম প্রকাশ করে।

07. শূন্যস্থানে কোনো তাড়িতচৌম্বক তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য 0.03 cm হলে, তরঙ্গটির কম্পাঙ্ক কত?
(a) 10^{-12} Hz (b) 10^{10} Hz
(c) 10^{12} Hz (d) 10^{14} Hz
সমাধান: **(c);** $v = f\lambda \Rightarrow f = \frac{v}{\lambda} = \frac{3\times10^8}{0.03\times10^{-2}}$
$= 10^{12}$ Hz.

08. নিচের কোন আলোকীয় ঘটনা মাধ্যমের পরিবর্তনের কারণে প্রভাবিত হয় না? **[Ans: b]**
(a) প্রতিসরণ (b) ব্যতিচার (c) সমবর্তন (d) অপবর্তন

09. তাড়িতচৌম্বক বর্ণালিতে নিচের কোন রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্য বেশি? **[Ans: c]**
(a) এক্স-রশ্মি (b) অতিবেগুনি রশ্মি
(c) অবলোহিত রশ্মি (d) দৃশ্যমান আলো

10. তিনটি বর্ণের জন্য নিচের কোনটি সঠিক? **[Ans: a]**
(a) $\lambda_R > \lambda_Y > \lambda_V$ (b) $\lambda_R < \lambda_Y < \lambda_V$
(c) $\lambda_V > \lambda_R > \lambda_Y$ (d) $\lambda_Y > \lambda_R < \lambda_V$

11. আলোক বর্ষ কিসের একক? **[Ans: b]**
(a) দ্রুতির (b) দূরত্বের (c) সময়ের (d) কম্পাঙ্কের

12. নিচের কোনটির কারণে আলোক তরঙ্গ পোলারায়িত বা সমবর্তিত করা যায়? **[Ans: c]**
(a) উচ্চ কম্পাঙ্ক (b) ক্ষুদ্র তরঙ্গদৈর্ঘ্য
(c) আড় তরঙ্গ (d) দীঘল তরঙ্গ

13. নিচের কোনটির দ্বারা আলোর আড় তরঙ্গ প্রকাশিত হয়?
(a) ব্যতিচার দ্বারা (b) অপবর্তন দ্বারা **[Ans: d]**
(c) প্রতিসরণ দ্বারা (d) সমবর্তন দ্বারা

14. অন্ধকারে ছবি তোলার জন্য ক্যামেরায় ব্যবহৃত হয়- **[Ans: d]**
(a) গামা রশ্মি (b) অতিবেগুনি রশ্মি
(c) এক্স রশ্মি (d) অবলোহিত রশ্মি

15. পানি ও কাচের প্রতিসরণাঙ্ক যথাক্রমে 1.33 ও 1.5। কাচে আলোর বেগ 2.02×10^8 ms^{-1} হলে পানিতে আলোর বেগ কত?
(a) 2.28×10^8 ms^{-1} (b) 1.79×10^8 ms^{-1}
(c) 3×10^8 ms^{-1} (d) 4.03×10^8 ms^{-1}
সমাধান: **(a);** $\frac{\mu_w}{\mu_g} = \frac{C_g}{C_w} \Rightarrow C_w = \frac{C_g \times \mu_g}{\mu_w}$
$= 2.02 \times 10^8$ m s$^{-1} \times \frac{1.5}{1.33} = 2.28 \times 10^8$ ms^{-1}
[μ_w =পানির প্রতিসরণাঙ্ক, μ_g= কাচের প্রতিসরণাঙ্ক, C_g= কাচে আলোর বেগ, C_w পানিতে আলোর বেগ]

16. দুটি তরঙ্গের প্রতিটির তরঙ্গদৈর্ঘ্য 12 cm। যদি একটি থেকে অপরটি 14 cm অগ্রগামী হয় তবে দশাপার্থক্য কত?
(a) $\frac{\pi}{3}$ (b) $\frac{\pi}{4}$ (c) $\frac{\pi}{5}$ (d) $\frac{\pi}{6}$
সমাধান: **(a);** $\delta = \frac{2\pi}{\lambda}x = \frac{2\pi}{12} \times (14-12) = \frac{\pi}{3}$.

17. একটি তরঙ্গের দুটি বিন্দুর মধ্যে দশা পার্থক্য 3π হলে পথ পার্থক্য হবে- **[Ans: c]**
(a) $\frac{\lambda}{2}$ (b) λ (c) $\frac{3\lambda}{2}$ (d) 2λ

18. কোন রঙের আলোর বেগ সবচেয়ে কম?
(a) বেগুনি (b) নীল (c) সবুজ (d) লাল
সমাধান: **(a);** বেগুনি রঙের আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য সবচেয়ে কম। তাই আলোর বেগও সবচেয়ে কম।

19. আলো শূন্য মাধ্যমে 10 বছরে কত দূরত্ব অতিক্রম করে? **[Ans: c]**
(a) 2.5×10^{13} km (b) 4.5×10^{13} km
(c) 9.5×10^{13} km (d) 7.5×10^{13} km

20. নিম্নের কোন তরঙ্গটি তড়িৎ অথবা চুম্বকীয় ক্ষেত্র দ্বারা গঠিত নয়?
(a) আলোক তরঙ্গ (b) বেতার তরঙ্গ
(c) শব্দ তরঙ্গ (d) এক্সরে তরঙ্গ
সমাধান: **(c);** তড়িৎ ও চুম্বকীয় ক্ষেত্র দ্বারা গঠিত হয় তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গ। (আলো, বেতার, এক্স-রে তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গ)।

21. এক আলোক বর্ষকে কিলোমিটারে প্রকাশ কর। **[Ans: a]**
(a) 9.4×10^{12} km (b) 9.4×10^{18} km
(c) 9.4×10^{15} km (d) 9.4×10^{21} km

22. যখন কোনো অসমবর্তিত আলো পরপর দুটি সমবর্তনের (একটি পোলারাইজার ও অপরটি অ্যানালাইজার) মধ্য দিয়ে গমন করে তখন নির্গত আলোর তীব্রতা সমবর্তকদ্বয়ের নিঃসরণ তলের মধ্যবর্তী কোণের উপর নির্ভর করে। এটিকে বলা হয়- **[Ans: b]**
(a) অপবর্তনের সূত্র (b) ম্যালথাসের সূত্র
(c) হাইগেনসের নীতি (d) ফ্রনহফার অপবর্তন

23. বায়ুমণ্ডল না থাকলে আকাশ কেমন দেখাতো? **[Ans: d]**
(a) নীল (b) বেগুনি (c) সাদা (d) কালো

24. একটি তরঙ্গের দুটি বিন্দুর মধ্যে পথ পার্থক্য $\frac{3\lambda}{8}$, বিন্দুদ্বয়ের দশা পার্থক্য কত? **[Ans: c]**
(a) $\frac{2\pi}{3}$ (b) $\frac{\pi}{4}$ (c) $\frac{6\pi}{8}$ (d) $\frac{2\pi}{5}$

25. তড়িৎচুম্বকীয় তরঙ্গ নিচের কোনটির দিক বরাবর অগ্রসর হয়? **[Ans: b]**
(a) $\vec{E}$ (b) $\vec{E} \times \vec{B}$ (c) $\vec{E}.\vec{B}$ (d) $\vec{B}$

26. নিচের কোন বর্ণটি তরঙ্গদৈর্ঘ্যের মান সবচেয়ে কম?
(a) বেগুনি (b) নীল (c) হলুদ (d) লাল
সমাধান: **(a);** লাল আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্যের মান সব চেয়ে বেশি। বেগুনি আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য 3.8×10^{-7}m এবং লাল আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য 7.5×10^{-7} m.

27. বিদ্যুৎ চুম্বকীয় বিকিরণের সর্বাধিক তরঙ্গদৈর্ঘ্য পরিসর নিচের কোনটিতে? **[Ans: b]**
(a) X-ray (b) টেলিভিশন তরঙ্গ
(c) UV-রশ্মি (d) অবলোহিত রশ্মি

28. কোনো গ্রেটিং-এর একক দৈর্ঘ্য রেখার সংখ্যা- **[Ans: a]**
(i) $N = \frac{1}{d}$ (ii) $N = \frac{1}{a+b}$ (iii) $N = a + b$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

ড. তফাজ্জল হোসেন স্যার

01. তরঙ্গায়িত মাধ্যমের যে রেখা বা তলে অবস্থিত প্রতিটি কণার দশা অভিন্ন, তাকে কী বলে? **[Ans: a]**
(a) তরঙ্গমুখ (b) বিস্তার
(c) তরঙ্গদৈর্ঘ্য (d) সমবর্তন তল

02. এক জোড়া সুসংগত উৎসের ক্ষেত্রে, দশা-পার্থক্য সব সময়- **[Ans: a]**
(a) একই থাকে (b) পরিবর্তিত হয়
(c) শূন্য থাকে (d) কোনোটিই নয়

03. ইয়ং-এর দ্বি-চিড় ব্যতিচার পরীক্ষায়, উজ্জ্বলতার শর্ত কোনটি? **[Ans: c]**
(a) পথ পার্থক্য λ-এর যুগ্ম গুণিতক
(b) পথ পার্থক্য λ-এর অযুগ্ম গুণিতক
(c) পথ পার্থক্য $\frac{\lambda}{2}$-এর যুগ্ম গুণিতক
(d) পথ পার্থক্য $\frac{\lambda}{2}$-এর অযুগ্ম গুণিতক

04. ইয়ং-এর দ্বি-চিড় ব্যতিচার পরীক্ষায়, অন্ধকারের শর্ত কোনটি? **[Ans: d]**
(a) পথ পার্থক্য λ-এর যুগ্ম গুণিতক
(b) পথ পার্থক্য λ-এর অযুগ্ম গুণিতক
(c) পথ পার্থক্য $\frac{\lambda}{2}$ -এর যুগ্ম গুণিতক
(d) পথ পার্থক্য $\frac{\lambda}{2}$-এর অযুগ্ম গুণিতক

05. ইয়ং-এর দ্বি-চিড় ব্যতিচার পরীক্ষায়, উজ্জ্বলতার শর্ত কোনটি? **[Ans: a]**
(a) দশা পার্থক্য π-এর যুগ্ম গুণিতক
(b) দশা পার্থক্য π-এর অযুগ্ম গুণিতক
(c) দশা পার্থক্য $\frac{\pi}{2}$-এর যুগ্ম গুণিতক
(d) দশা পার্থক্য $\frac{\pi}{2}$-এর অযুগ্ম গুণিতক

06. ইয়ং-এর দ্বি-চিড় ব্যতিচার পরীক্ষায়, অন্ধকারের শর্ত কোনটি? **[Ans: b]**
(a) দশা পার্থক্য π-এর যুগ্ম গুণিতক
(b) দশা পার্থক্য π-এর অযুগ্ম গুণিতক
(c) দশা পার্থক্য $\frac{\pi}{2}$-এর যুগ্ম গুণিতক
(d) দশা পার্থক্য $\frac{\pi}{2}$-এর অযুগ্ম গুণিতক

07. গ্রেটিং-এর ক্ষেত্রে, $a + b = \frac{1}{N}$; এখানে, 'a + b' কী? [Ans: c]
(a) চিড়ের সংখ্যা (b) একক দৈর্ঘ্যে চিড়ের সংখ্যা
(c) গ্রেটিং ধ্রুবক (d) দাগের সংখ্যা

08. গ্রেটিং-এর ক্ষেত্রে, $a + b = \frac{1}{N}$; এখানে N কী? [Ans: b]
(a) চিড়ের সংখ্যা
(b) একক দৈর্ঘ্যের চিড়ের সংখ্যা
(c) গ্রেটিং ধ্রুবক (d) দাগের সংখ্যা

09. সমবর্তিত আলোর ক্ষেত্রে, $\vec{E}$ এবং তরঙ্গগতির অভিমুখ ধারণকারী তলকে কী বলে? [Ans: d]
(a) সমবর্তন তল (b) তড়িৎ চৌম্বক তল
(c) সমবিভব তল (d) কম্পন তল

10. একটি ফুটবলের কেন্দ্রের চারপাশে ঘনকোণ কত?
(a) π radian (b) 2π radian
(c) 4π radian (d) 4π steradian
সমাধান: **(d)**; ঘনকোণের (ত্রিমাত্রিক কোণ) একক হচ্ছে steradian

11. একটি তরঙ্গের দুটি বিন্দুর মধ্যে দশা পার্থক্য π হলে বিন্দু দুটির মধ্যে পথ পার্থক্য কত?
(a) 2λ (b) λ (c) $\frac{\lambda}{2}$ (d) $\frac{\lambda}{4}$
সমাধান: **(c)**; $x = \frac{\lambda}{2\pi} \times \delta \Rightarrow x = \frac{\lambda}{2\pi} \times \pi = \frac{\lambda}{2}$.

12. আলোর তরঙ্গ তত্ত্বের সাহায্যে কোনটি ব্যাখ্যা করা যায় না?
(a) প্রতিফলন (b) প্রতিসরণ
(c) ফটোতড়িৎ ক্রিয়া (d) অপবর্তন
সমাধান: **(c)**;

তত্ত্ব	ব্যাখ্যা করা যায় না
(i) কণিকা তত্ত্ব	ব্যতিচার, অপবর্তন, সমবর্তন, বিচ্ছুরণ।
(ii) তরঙ্গ তত্ত্ব	সমবর্তন, ফটোতড়িৎ ক্রিয়া, আলোর সরলরৈখিক গতি।
(iii) তড়িৎ চুম্বকীয় তত্ত্ব	ফটোতড়িৎ ক্রিয়া, কৃষ্ণবস্তুর বিকিরণ।
(iv) কোয়ান্টাম তত্ত্ব	ব্যতিচার, অপবর্তন, সমবর্তন।

13. দৃশ্যমান আলোকের কোন রঙটির কম্পাঙ্ক সর্বোচ্চ? [Ans: a]
(a) বেগুনি (b) সবুজ (c) কমলা (d) লাল

14. শূন্যস্থানে কোনো তাড়িতচৌম্বক তরঙ্গে তরঙ্গদৈর্ঘ্য 0.003 cm হলে তরঙ্গটির কম্পাঙ্ক কত? [Ans: b]
(a) 10^{-13} Hz (b) 10^{13} Hz
(c) 10^{-12} Hz (d) 10^{12} Hz

15. হাইগেনের নীতির সাহায্যে নিচের কোনটি ব্যাখ্যা করা যায় না? [Ans: d]
(a) অপবর্তন (b) ব্যতিচার (c) প্রতিসরণ (d) সমবর্তন

16. তড়িচ্চুম্বকীয় তরঙ্গ সৃষ্টির উৎস হল– [Ans: c]
(a) স্থির চার্জ (b) গতিশীল চার্জ
(c) ত্বরিত চার্জ (d) চুম্বক চার্জ

17. পথ পার্থক্য Δx ও দশা পার্থক্য φ-এর মধ্যে সঠিক সম্পর্ক কোনটি? [Ans: b]
(a) $\frac{\lambda}{\Delta x} = \frac{\varphi}{2\pi}$ (b) $\frac{\Delta x}{\lambda} = \frac{\varphi}{2\pi}$ (c) $\Delta x = \frac{\varphi}{2\pi}$ (d) $\varphi = \frac{\Delta x}{2\pi}$

18. পানিতে তৈল ফোঁটাকে রঙিন দেখায় এটি কোন আলোকীয় ঘটনাকে সমর্থন করে? [Ans: b]
(a) অপবর্তন (b) ব্যতিচার (c) সমবর্তন (d) প্রতিসরণ

19. আলোক রশ্মি 50° সমবর্তন কোণে প্রতিফলকের উপর আপতিত হলে প্রতিসরণ কোণের মান হবে- [Ans: b]
(a) 50° (b) 40° (c) 90° (d) 45°

20. বৃষ্টির দিনে পানির উপর তেলের পাতলা ফিল্ম সুন্দর রং দেখায় এ রকম ঘটনাটির কারণ- [Ans: a]
(a) বিচ্ছুরণ (b) সমবর্তন (c) ব্যতিচার (d) অপবর্তন

21. একটি ফোটনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য 3000Å এর কম্পাঙ্ক কত?
(a) 10^{15}Hz (b) 10^{10}Hz [Ans: a]
(c) 10^{8}Hz (d) 10^{6}Hz

22. কোনটি 'বিকিরণ কোয়ান্টা'? [Ans: c]
(a) ইলেকট্রন (b) প্রোটন (c) ফোটন (d) নিউট্রন

23. তড়িৎ চৌম্বকীয় তরঙ্গের উদ্ভব ঘটে- [Ans: b]
(i) তড়িৎক্ষেত্রের জন্য
(ii) গতিশীল তড়িৎক্ষেত্রের পর্যাবৃত্ত পরিবর্তনের জন্য
(iii) চৌম্বকক্ষেত্রের পর্যাবৃত্ত পরিবর্তনের জন্য
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

24. আলো তড়িৎ চৌম্বক তরঙ্গ কারণ- [Ans: b]
(i) আলো সঞ্চালনের জন্য জড় মাধ্যমের প্রয়োজন নেই
(ii) আলোর বেগ সকল মাধ্যমে একই
(iii) আলোর বেগ তড়িৎ চৌম্বকীয় তরঙ্গের বেগের সমান
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

25. তড়িৎ চৌম্বকীয় বর্ণালী হলো- [Ans: d]
(i) বেতার তরঙ্গ (ii) দৃশ্যমান আলো
(iii) এক্স-রে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

26. হ্রস্ব তরঙ্গ ব্যবহৃত হয়- [Ans: a]
(i) মাইক্রোতরঙ্গ চুল্লীতে রান্না করার জন্য
(ii) রাডার-এ
(iii) চর্ম ও বাত রোগের চিকিৎসায়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

27. অবলোহিত রশ্মি উৎস হলো [Ans: c]
(i) এনার্জি সেভিং ল্যাম্প (ii) অত্যাধিক উত্তপ্ত কঠিন বস্তু
(iii) ইনফ্রারেড বাতি
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

28. অবলোহিত রশ্মি ব্যবহৃত হয়- [Ans: c]
(i) রান্না করা খাবার গরম রাখার কাজে
(ii) পেশির ব্যাথা নিরাময়ে
(iii) চর্ম ও বাত রোগের চিকিৎসায়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

29. অতিবেগুনী রশ্মি ব্যবহৃত হয়- [Ans: d]
(i) মানব শরীরে ভিটামিন D তৈরিতে
(ii) চর্মরোগের চিকিৎসায় ও জীবাণু নাশক হিসাবে
(iii) উচ্চ বিশ্লেষী অণুবীক্ষণ যন্ত্র তৈরিতে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

30. হাইগেনসের নীতি অনুসারে তরঙ্গমুখে অবস্থিত প্রত্যেক কণা- [Ans: a]
(i) গৌণ উৎস হিসাবে ধরা হয়
(ii) থেকে গৌণ তরঙ্গসমূহ নির্গত হয়
(iii) থেকে অণু তরঙ্গসমূহ চারদিকে বিভিন্ন বেগে ছড়িয়ে পড়ে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

31. তরঙ্গ সঞ্চালনের সময় যে রেখা বা তলে অবস্থিত কম্পিত কণাগুলির দশা অভিন্ন, সে রেখা বা তলকে তরঙ্গমুখ বলে। উক্ত তরঙ্গমুখ- [Ans: b]
(i) সর্বদা তরঙ্গের গতি বা রশ্মি অভিমুখের সমান্তরালে থাকে
(ii) তরঙ্গের গতির সমান গতিতে গতিশীল থাকে
(iii) সময়ের সাথে সমান্তরালে অগ্রসর হয়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

32. গ্রেটিং-এর ক্ষেত্রে 'a+b' হচ্ছে- [Ans: d]
(i) গ্রেটিং ধ্রুবক (ii) গ্রেটিং উপাদান
(iii) একক দৈর্ঘ্যে চিরের সংখ্যা
(iv) চিরের প্রস্থ ও দাগের প্রস্থের যোগফল
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) iv (c) iii (d) i, ii, iv

33. তরঙ্গমুখের ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক? [Ans: c]
(i) সরলরৈখিক (ii) সমতল (iii) গোলকীয় তল
(iv) তরঙ্গগতির লম্ব বরাবর
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) iv (c) iii (d) i, ii, iv

34. আলোর গঠন ও প্রকৃতি সম্পর্কে প্রচলিত তত্ত্বসমূহ- [Ans: d]
(i) তরঙ্গ তত্ত্ব (ii) তড়িচ্চুম্বকীয় তত্ত্ব
(iii) বিগ ব্যাং তত্ত্ব (iv) কোয়ান্টাম তত্ত্ব
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) iv (c) iii (d) i, ii, iv

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
10^{-3}cm প্রস্থের একটি চিড়ের মধ্য দিয়ে একটি তাড়িতচৌম্বকীয় তরঙ্গের প্রথম অবম বিন্দুর জন্য 30° অপবর্তন কোণ সৃষ্টি করে।

35. তরঙ্গটির তরঙ্গ দৈর্ঘ্য কত? [Ans: c]
(a) 5×10^{-2}cm (b) 3.33×10^{-3}cm
(c) 5×10^{-4}cm (d) 3.33×10^{-4}cm

36. তরঙ্গটি নিচের কোন প্রকারের? [Ans: b]
(a) বেতার তরঙ্গ (b) অবলোহিত
(c) দৃশ্যমান আলো (d) অতি বেগুনী

MCQ: সম্ভাব্য নমুনা প্রশ্ন ও সমাধান

01. কুয়াশার মধ্যে ছবি তোলার জন্য ক্যামেরায় ব্যবহৃত হয়-
(a) গামা রশ্মি (b) এক্স রশ্মি [Ans: c]
(c) অবলোহিত রশ্মি (d) অতি বেগুনী রশ্মি

02. নিচের কোন সম্পর্কটি সঠিক নয়? [Ans: c]
(a) তরঙ্গতত্ত্ব-হাইগেনস
(b) কোয়ান্টামতত্ত্ব-ম্যাক্স প্লাংক
(c) সমবর্তন-হাইগেনস (d) কৃষ্ণগহ্বর-হকিংস

03. তরঙ্গ তত্ত্বের সাহায্যে ব্যাখ্যা করা যায় না– [Ans: a]
(a) আলোর সরল গতি (b) আলোর প্রতিফলন
(c) আলোর প্রতিসরণ (d) অপবর্তন

04. তরঙ্গের উপরিপাতনের ফলে ঘটে- [Ans: d]
(a) প্রতিফলন (b) প্রতিসরণ (c) সমবর্তন (d) ব্যতিচার

05. এক আলোক বর্ষ = কত? [Ans: b]
(a) $3 \times 10^{8} ms^{-1}$ (b) 9.5×10^{15}m
(c) 3.4×10^{19}m (d) 9×10^{13}m

06. আলোক বর্ষ কিসের একক? [Ans: d]
(a) দ্রুতির (b) সময়ের (c) কম্পাঙ্কের (d) দূরত্বের

07. মাইক্রোওয়েভ কোথায় ব্যবহৃত হয়? [Ans: b]
(a) রেডিওতে (b) রাডারে
(c) গোয়েন্দা বিভাগে (d) চিকিৎসা শাস্ত্রে

08. দুটি উৎস থেকে সমদশায় বা কোনো নির্দিষ্ট দশা পার্থক্যের একই তরঙ্গদৈর্ঘ্যের দুটি আলোক তরঙ্গ নিঃসৃত হলে তাদের কী বলে? [Ans: b]
(a) গৌণ উৎস (b) সুসঙ্গত উৎস
(c) প্রধান উৎস (d) কোনোটিই নয়

09. পাশাপাশি স্থাপিত সমপ্রস্থের সূক্ষ্ম চিরবিশিষ্ট পাতকে কী বলা হয়? [Ans: a]
(a) গ্রেটিং (b) ঝালর
(c) ব্যতিচার ডোরা (d) কোনোটিই নয়

10. $\vec{E}$ ও $\vec{B}$ কত কোণে ক্রিয়াশীল যখন এরা তাড়িত চুম্বকীয় তরঙ্গ উৎপন্ন করে? [Ans: c]
(a) 0° (b) 180° (c) 90° (d) 360°

11. পয়েন্টিং ভেক্টর $\vec{S}$ হলো- [Ans: a]
(a) $\vec{E} \times \vec{H}$ (b) $\vec{H} \times \vec{E}$ (c) $\vec{E} \cdot \vec{H}$ (d) $\vec{EH}$

12. তাড়িতচৌম্বকীয় তরঙ্গের বৈশিষ্ট্য হচ্ছে- [Ans: a]
(i) এরা আড় তরঙ্গ
(ii) এরা তড়িৎক্ষেত্র ও চৌম্বকক্ষেত্রের লম্ব সমবায়
(iii) তাড়িতচৌম্বকীয় তরঙ্গ সঞ্চালনের জন্য মাধ্যম প্রয়োজন হয়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

13. গঠনমূলক ব্যতিচারের জন্য পথ পার্থক্য কত হবে? [Ans: b]
(a) $n\frac{\lambda}{2}$ (b) $n\lambda$
(c) $(2n-1)\frac{\lambda}{2}$ (d) $(2n+1)\frac{\lambda}{2}$

14. নিচের কোনটির তরঙ্গ দৈর্ঘ্য সবচেয়ে কম? [Ans: a]
(a) গামা রশ্মি (b) এক্স -রে
(c) বেতার তরঙ্গ (d) অবলোহিত তরঙ্গ

15. আলোর কম্পন বলতে বোঝায়– [Ans: a]
(i) $\vec{E}$ ভেক্টরের কম্পন (ii) $\vec{B}$ ভেক্টরের কম্পন
(iii) $\vec{r}$ ভেক্টরের কম্পন
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
0.4mm ব্যবধানবিশিষ্ট দুইটি চিড় হতে 2m দূরত্বে অবস্থিত পর্দার ওপর ব্যতিচার সজ্জা সৃষ্টি হল। আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য 500 nm।

16. আলোর কম্পাঙ্ক কত Hz ?
(a) 6×10^{14} (b) 4.2×10^{17}
(c) 6×10^{17} (d) 8×10^{19}
সমাধান: (a); $c = \nu\lambda \Rightarrow \nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3\times10^8}{500\times10^{-9}}$ Hz $= 6 \times 10^{14}$Hz

17. একটি অন্ধকার ডোরার প্রস্থ কত?
(a) 1.25 mm (b) 1.25×10^2cm
(c) 1mm (d) 2cm
সমাধান: (a); $\Delta x = \frac{D\lambda}{2a} = \frac{2\times500\times10^{-9}}{2\times0.4\times10^{-3}}$ $= 1.25 \times 10^{-3}$m $= 1.25$ mm

18. ইয়ং এর দ্বি-চির পরীক্ষায় চির দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব 2mm এবং চির থেকে 1.2m দূরত্বে ডোরার ব্যবধান 0.295mm হলে আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত?
(a) 5000Å (b) 5900Å (c) 4916Å (d) 5916Å
সমাধান: (c); $\Delta x = \frac{\lambda D}{a} \Rightarrow \lambda = \frac{a\times\Delta x}{D}$ $= \frac{2\times10^{-3}\times0.295\times10^{-3}}{1.2} = 4.916 \times 10^{-7}$m $= 4916$Å

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
ইয়ং-এর দ্বি-চির পরীক্ষায় চির দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব, $a = 2$mm। চির থেকে পর্দার দূরত্ব $D = 0.01$ km। পরপর দুটি উজ্জ্বল ডোরার ব্যবধান 0.6 mm।

19. ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য কত?
(a) 5.9×10^{-7}m (b) 1.2×10^{-7}m
(c) 5.9×10^{-7}mm (d) 1.5×10^{-7}mm
সমাধান: (b); $\Delta x = \frac{D\lambda}{a} \Rightarrow \lambda = \frac{a\Delta x}{D} = \frac{2\times10^{-3}\times0.6\times10^{-3}}{10}$ $= 1.2 \times 10^{-7}$m

20. ব্যবহৃত আলোর কম্পাঙ্ক কত?
(a) 2×10^{14} Hz (b) 2.5×10^{15} Hz
(c) 3.98×10^{14} Hz (d) 6×10^{16}Hz
সমাধান: (b); $f = \frac{c}{f} = \frac{3\times10^8}{1.2\times10^{-7}} = 2.5 \times 10^{15}$ Hz

21. আলোর কণিকা তত্ত্ব কোন ঘটনাকে সমর্থন করে না? [Ans: a]
(a) আলোর অপবর্তন (b) কম্পটন ক্রিয়া
(c) কৃষ্ণ বস্তুর বিকিরণ (d) আলোক তড়িৎ ক্রিয়া

22. তড়িৎচৌম্বকীয় তরঙ্গের ক্ষেত্রে, কোনটি সঠিক? [Ans: a]
(a) $c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0\epsilon_0}}$ (b) $c = 3 \times 10^9 ms^{-1}$
(c) $c^2 = \frac{1}{\mu_0\epsilon_0^2}$ (d) $c = \frac{1}{C\mu_0}$

23. কোনো তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য 5500Å, তরঙ্গস্থিত দুটি কণার দশা পার্থক্য $\frac{\pi}{2}$ হলে পথ পার্থক্য কত?
(a) 5.5×10^7m (b) 5.5×10^{-7}m
(c) 3.32×10^7m (d) 1.375×10^{-7} m
সমাধান: (d); $\delta = \frac{2\pi}{\lambda} \times \Delta x \Rightarrow \Delta x = \frac{\delta\times\lambda}{2\pi}$ $= \frac{\frac{\pi}{2}\times5500\times10^{-10}}{2\pi} = 1.375 \times 10^{-7}$m

24. 5000Å আলোক রশ্মির জন্য যে অপবর্তন গ্রেটিং প্রথম ক্রমে 30° অপবর্তন কোণ প্রদান করে তার প্রতি মিলিমিটারে রেখার সংখ্যা কত?
(a) 1000000 (b) 100000 (c) 10000 (d) 1000
সমাধান: (d); $d \sin\theta_n = n\lambda \Rightarrow d = \frac{n\lambda}{\sin\theta_n}$
$= \frac{1\times5000\times10^{-10}}{\sin30°} = 1\times10^{-6}m$
$\therefore N = \frac{1}{d} = 10^6 m^{-1} = 10^3 mm^{-1}$

25. ফ্রনহফার অপবর্তনের ক্ষেত্রে যেটি প্রযোজ্য– [Ans: b]
(i) উৎস ও পর্দা অসীম দূরত্বে থাকে
(ii) উৎস ও পর্দা সসীম দূরত্বে থাকে
(iii) তরঙ্গমুখ সমতল হয়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

26. দ্বৈত প্রতিসারক কেলাস হলো– [Ans: c]
(i) ক্যালসাইট (ii) ম্যাগনেটাইট (iii) কোয়ার্টজ
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

27. আলোর কণিকা তত্ত্ব কোন ঘটনাকে সমর্থন করে না? [Ans: a]
(a) আলোর অপবর্তন (b) কম্পটন ক্রিয়া
(c) কৃষ্ণ বস্তুর বিকিরণ (d) আলোক তড়িৎ ক্রিয়া

জ্ঞানমূলক সৃজনশীল প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

◆ CQ: বিগত বছরসমূহের বোর্ড পরীক্ষার জ্ঞানমূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. হাইগেনের নীতি লেখ। [SB'22; MB'22; BB'17; CB'15]
উত্তর: কোনো তরঙ্গমুখের প্রতিটি বিন্দু এক একটি অণুতরঙ্গের বা গৌণ তরঙ্গের উৎস হিসেবে গণ্য হয়। ঐ অণুতরঙ্গসমূহ মূল তরঙ্গের সমান বেগে সামনের দিকে অগ্রসর হয়। যেকোনো মুহূর্তে এ অণুতরঙ্গসমূহকে স্পর্শ করে যে সাধারণ স্পর্শক তল পাওয়া যায়, তা ঐ সময়ে তরঙ্গমুখের নতুন অবস্থান নির্দেশ করে।

02. তরঙ্গের ব্যতিচার কাকে বলে? [BB'22; DB'21; Ctg.B'21; CB'19; Ctg.B'16; Din.B'15]
উত্তর: দুটি সুসঙ্গত উৎস হতে নিঃসৃত দুটি আলোক তরঙ্গের উপরিপাতনের ফলে কোনো বিন্দুর আলোক তীব্রতা বৃদ্ধি পায় আবার কোনো বিন্দুর আলোক তীব্রতা হ্রাস পায়। এর ফলে কোনো তলে পর্যায়ক্রমে আলোক উজ্জলতা বা অন্ধকার অবস্থার সৃষ্টি হয়। আলোর এই ঘটনাকে ব্যতিচার বলে।

03. অপবর্তন কোণ কী? [Din.B'22]
উত্তর: একটি নির্দিষ্ট আলোকরশ্মি অপবর্তন চিড়ের মধ্য দিয়ে যাওয়ার সময় চিড়ের কেন্দ্র ও কেন্দ্রীয় চরমের সংযোগকারী রেখার সাথে যে কোণ উৎপন্ন করে বেঁকে যায়, তাকে অপবর্তন কোণ বলে।

04. তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গ কী? [MB'22; CB'21; SB'17]
উত্তর: শূন্যস্থান দিয়ে আলোর দ্রুতিতে গতিশীল তড়িৎ ও চৌম্বক আলোড়ন, যাতে তড়িৎ ও চৌম্বক ক্ষেত্র পরস্পর লম্ব এবং এরা উভয়ে তরঙ্গ সঞ্চালনের অভিমুখের সাথে লম্ব বরাবর থাকে তাকে তড়িৎ চৌম্বকীয় তরঙ্গ বলে।

05. তরঙ্গমুখ কাকে বলে? [DB'21; Ctg.B'21; BB'21; JB'21; DB'16; CB'17; BB'17]
উত্তর: তরঙ্গস্থিত সমদশাসম্পন্ন কণাগুলো যে তলে অবস্থান করে তাকে সৃষ্ট তরঙ্গের তরঙ্গমুখ বলে।

06. গৌণ উৎস কী? [DB'21]
উত্তর: কোনো একটি তরঙ্গমুখের উপর অবস্থিত প্রতিটি বিন্দু কম্পন বা আন্দোলনের এক একটি উৎস হিসেবে বিবেচিত হয়। এই উৎসগুলোকে গৌণ উৎস বলে।

07. পয়েন্টিং ভেক্টর কী? [RB'21; Din.B'21]
উত্তর: কোনো তড়িৎ চৌম্বক তরঙ্গের গতিপথে লম্বভাবে স্থাপিত কোনো একক ক্ষেত্রফলের মধ্য দিয়ে যে পরিমাণ শক্তি অতিক্রম করে তাকে পয়েন্টিং ভেক্টর বলে।

08. ধ্বংসাত্মক ব্যতিচার কাকে বলে? [Ctg.B'21]
উত্তর: দুটি সুসঙ্গত উৎস হতে নিঃসৃত কিন্তু একই তরঙ্গদৈর্ঘ্য এবং প্রায় সমান বিস্তারবিশিষ্ট দুটি আলোক তরঙ্গের উপরিপাতনের ফলে কোনো বিন্দু অন্ধকার বা প্রায় অন্ধকার হয়ে গেলে তাকে ধ্বংসাত্মক ব্যতিচার বলে।

09. আলোক বর্ষ কী? [MB'21]
উত্তর: এক বছরে আলোকরশ্মি যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে 1 আলোক বর্ষ বলে।

10. অপবর্তন কাকে বলে? [DB'19]
উত্তর: বস্তুর কিনারা ঘেঁষে আলোকের খানিকটা বেঁকে যাওয়াকে অপবর্তন বলে।

11. গ্রেটিং ধ্রুবক কাকে বলে? [CB'19]
উত্তর: যেকোনো একটি চিড়ের শুরু থেকে পরবর্তী চিড়ের শুরু পর্যন্ত দূরত্বকে গ্রেটিং ধ্রুবক বলে।

12. আলোর সমবর্তন কী? [DB'17; BB'17; JB'16; SB'15]
উত্তর: যে প্রক্রিয়ায় বিভিন্ন তলে কম্পমান আলোক তরঙ্গকে একটি নির্দিষ্ট তল বরাবর কম্পনক্ষম করা যায় তাকে আলোর সমবর্তন বলে।

13. সুসংগত উৎস কী? [Ctg.B'17]

উত্তর: দুইটি আলোক উৎস থেকে নির্গত আলোক রশ্মি যদি একই দশা, বিস্তার, কম্পাঙ্ক ও তরঙ্গদৈর্ঘ্যের হয় তখন উৎস দুইটিকে আলোকের সুসঙ্গত উৎস বলা হয়।

14. অপবর্তন গ্রেটিং কী? [JB'15]

উত্তর: পাশাপাশি অবস্থিত বহু সংখ্যক পরস্পর সমান্তরাল, সূক্ষ্ম ও সরু চির সম্পন্ন পাতকে অপবর্তন গ্রেটিং বলে।

অনুধাবনমূলক সৃজনশীল প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

◆ CQ: বিগত বছরসমূহের বোর্ড পরীক্ষার অনুধাবনমূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. সূর্য থেকে আগত আলোর তরঙ্গমুখের প্রকৃতি কিরূপ হবে? ব্যাখ্যা কর। [DB'22; RB'22]

উত্তর: সূর্য থেকে আগত আলোর তরঙ্গমুখের প্রকৃতি সমতল হবে। সূর্য থেকে আগত আলো অনেক লক্ষ কোটি কিলোমিটার থেকে আসছে যার ফলে বলা যায়, এটি বহু দূরবর্তী উৎস থেকে আসছে। তাই সমান্তরাল আলোকরশ্মি তৈরি হয় এবং এদের তরঙ্গমুখ সমতল।

02. হাইগেনের নীতি ব্যাখ্যা কর। [Ctg.B'22]

উত্তর: কোনো একটি তরঙ্গমুখের ওপর অবস্থিত প্রতিটি বিন্দু এক একটি অণু তরঙ্গের বা গৌণ তরঙ্গের উৎস হিসেবে বিবেচিত হয়। ওই গৌণ উৎসগুলো থেকে সৃষ্ট তরঙ্গমালা মূল তরঙ্গের সমান বেগে সামনের দিকে অগ্রসর হয়। যে কোনো সময়ে ওই সব গৌণ তরঙ্গমালাকে স্পর্শ করে একটি তল অঙ্কন করলে ওই তলই ওই সময়ের তরঙ্গমুখের নতুন অবস্থান নির্দেশ করে।

উৎস জানা থাকলে সাধারণ নিয়মে তরঙ্গমুখের যে কোনো সময়ের অবস্থান নির্ণয় করা যায়। উৎস জানা না থাকলেও কোনো এক সময়ের তরঙ্গমুখের অবস্থান ও আকৃতি জানা থাকলে হাইগেনস-এর নীতি অনুসরণ করে অন্য যে কোনো সময়ে তরঙ্গমুখের অবস্থান ও আকৃতি নির্ণয় করা যায়। হাইগেনস-এর নীতি অনুসারে তরঙ্গমুখের প্রতিটি বিন্দুকে গোলকীয় তরঙ্গের উৎস হিসেবে গণ্য করা যায়। এসব তরঙ্গকে গৌণ তরঙ্গ (secondary waves) বলে। গৌণ তরঙ্গগুলো মূল তরঙ্গের সমান বেগে সামনের দিকে অগ্রসর হয়। হাইগেনের নীতির সাহায্যে আলোর প্রতিফলন, প্রতিসরণ, ব্যতিচার এবং অপবর্তন ব্যাখ্যা করা যায় কিন্তু সমবর্তন ব্যাখ্যা করা যায় না।

03. ইয়ং এর দ্বি-চিড় পরীক্ষায় ব্যবহৃত দুটি চিড়ের একটি বন্ধ করে দিলে পর্দায় ডোরার কীরূপ পরিবর্তন দেখা যাবে? ব্যাখ্যা কর। [SB'22]

উত্তর: ইয়ং এর দ্বি-চিড় পরীক্ষায় ব্যবহৃত দুটি চিড়ের একটি বন্ধ করে দিলে আলোকের ব্যতিচারের পরিবর্তে অপবর্তনের ঘটনা পরিলক্ষিত হবে। ব্যতিচারের ক্ষেত্রে সকল ডোরার প্রস্থ সমান থাকে, উজ্জ্বলতা একই থাকে। কিন্তু অপবর্তন হওয়ার কারণে কেন্দ্রীয় ডোরা এখন সবচেয়ে উজ্জ্বল হবে এবং বড় স্থান জুড়ে থাকবে। অন্যদিকে, উভয়পাশে উজ্জ্বলতা ও ডোরা প্রস্থ ক্রমান্বয়ে কমবে।

04. আলোক বছর আসলে সময় নয়— ব্যাখ্যা কর। [BB'22]

উত্তর: আলোকবর্ষ হলো একটি দৈর্ঘ্যের একক। এটি সাধারণত মহাকাশের দূরত্ব বোঝাতে ব্যবহার হয়। এক বছরে আলোক রশ্মি যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে 1 আলোকবর্ষ বলে।

বিভিন্ন নক্ষত্রের অবস্থান এবং দূরত্ব প্রকাশের জন্য এই একক ব্যবহার করা হয়।

এই দূরত্ব পরিমাপের একক খুবই বড়। নভোমণ্ডলীর পরিমাপে এই একক ব্যবহার করা হয়।

1 আলোক বর্ষ = শূন্য মাধ্যমে আলোকের গতি বেগ × 1 বছরের সেকেন্ড সংখ্যা

$= 3 \times 10^8 \text{ms}^{-1} \times 365 \times 24 \times 60 \times 60 \text{ s} = 9.46 \times 10^{15} = 9.46 \times 10^{12} \text{ km}$

অতএব, আলোকবর্ষ হচ্ছে দূরত্বের একক। এটি সময়ের একক নয়।

05. ব্যতিচারের ক্ষেত্রে উৎসদ্বয় খুবই কাছাকাছি রাখার কারণ– ব্যাখ্যা কর। [JB'22]

উত্তর: ব্যতিচারের ক্ষেত্রে আলোক উৎদ্বয়কে সুসঙ্গত এবং পরস্পরের খুব নিকটে হতে হয়। উৎসদ্বয়ের মধ্যকার দূরত্ব বেশি হলে ডোরার প্রস্থ কমে যায়। তাই উৎসদ্বয়ের মধ্যকার দূরত্ব উল্লেখযোগ্য পরিমাণ বেশি হলে ডোরা শনাক্ত করা কঠিন হয়ে পড়ে। তাই ব্যতিচারের ক্ষেত্রে উৎসদ্বয়কে খুবই কাছাকাছি রাখা হয়।

06. সমবর্তিত আলোকে ঘূর্ণায়মান সমবর্তক দিয়ে পর্যবেক্ষণ করা হলে আলোর তীব্রতার হ্রাসবৃদ্ধি ঘটে কেন? ব্যাখ্যা কর। [Din.B'22]

উত্তর: সমবর্তিত আলোকরশ্মি এক তলে কম্পিত হতে থাকে। এর সামনে ঘূর্ণায়মান বিশ্লেষক রাখলে আলোর তীব্রতা কমবেশী হতে থাকে। কারণ, বিশ্লেষকেও শুধুমাত্র একটি তলের আলোই চলাচল করতে পারে। বিশ্লেষকের আলোর অক্ষের সাথে সমবর্তিত আলোর তল মিলে গেলে এর মধ্য দিয়ে আলো চলাচল করতে পারে। আলোর তল না মিললে $I = \frac{I_0}{2}\cos^2\theta$ সূত্র অনুযায়ী তীব্রতা কমতে থাকে এবং বিশ্লেষকের 90° অবস্থাতে তীব্রতা 0 হয়। 90° থেকে বেশী হলে তীব্রতা আবার বাড়ে। এভাবে সমবর্তিত আলোর সামনে একটি ঘূর্ণায়মান বিশ্লেষক টুরমালিন কেলাস রাখলে আলোর তীব্রতা কমবেশী হয়।

07. **কাঁচের সমবর্তন কোণ 57° বলতে কী বুঝায়?** [MB'22; Din.B'16]

উত্তর: কাঁচের সমবর্তন কোণ 57° বলতে বোঝায় যে, কাঁচপৃষ্ঠে আলোকরশ্মি 57° কোণে আপতিত হলে সেটি সম্পূর্ণরূপে সমতল সমবর্তিত হয়। এছাড়াও আপতন কোণ 57° হলে, প্রতিফলিত রশ্মি প্রতিসরিত রশ্মির সাথে সমকোণে থাকে।

08. **ইয়ং এর দ্বি-চিড় পরীক্ষায় কোনো বিন্দুতে তরঙ্গদ্বয়ের পথ পার্থক্য তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পূর্ণসংখ্যক গুণিতক হলে স্থানটি উজ্জ্বল না কি অন্ধকার হবে? ব্যাখ্যা কর।** [Ctg.B'21]

উত্তর: ইয়ং এর দ্বি-চিড় পরীক্ষায় কোনো বিন্দুতে তরঙ্গদ্বয়ের পথ পার্থক্য তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পূর্ণসংখ্যক গুণিতক হলে স্থানটি উজ্জ্বল হবে।

আমরা জানি, পথপার্থক্য $d\sin\theta = n\lambda$

যেখানে n এর মান কোনো পূর্ণসংখ্যা হলে গঠনমূলক ব্যতিচার ঘটে, ফলে স্থানটি উজ্জ্বল হয়।

09. **রান্নার কাজে মাইক্রো তরঙ্গ ব্যবহার করা হয় কেন?** [BB'21]

উত্তর: মাইক্রো তরঙ্গগুলো পানি, চিনি ও চর্বি দ্বারা শোষিত হয়। এরা শোষিত হওয়ার পর খাদ্যের পরমাণুর মধ্যে বিশেষ গতি সৃষ্টি হয়। এই গতি থেকেই তাপ উৎপন্ন হয়। আবার এই তরঙ্গগুলো সিরামিক, প্লাস্টিক বা গ্লাস দ্বারা শোষিত হয় না। তাই রান্নার কাজে মাইক্রো তরঙ্গ ব্যবহার করা হয়।

10. **আলোর ব্যতিচারে সুসংগত আলোক উৎস ব্যবহার করা হয় কেন? ব্যাখ্যা কর।** [JB'21; All B'18; RB'15]

উত্তর: ব্যতিচারের ক্ষেত্রে দুইটি আলোক তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য, বিস্তার ও কম্পাঙ্ক সমান বা প্রায় সমান হতে হবে। এছাড়া তরঙ্গগুলোর দশাপার্থক্য একই অর্থাৎ দশা পার্থক্যের পরিবর্তন সম পরিমাণে ঘটতে হয়। সুসংগত উৎসের ক্ষেত্রে এই সকল শর্ত পালন হয় তাই ব্যতিচারে সুসংগত উৎস ব্যবহৃত হয়।

11. **তরঙ্গমুখ সৃষ্টিতে হাইগেনসের নীতির প্রয়োগ ব্যাখ্যা কর।** [CB'21]

উত্তর: কোনো তরঙ্গমুখের প্রতিটি বিন্দু এক একটি অণুতরঙ্গের বা গৌণ তরঙ্গের উৎস হিসাবে গণ্য হয়। ঐ অণুতরঙ্গগুলো মূল তরঙ্গের সমান বেগ নিয়ে সামনের দিকে অগ্রসর হয়। যেকোনো মুহূর্তে এ অণু তরঙ্গগুলোকে স্পর্শ করে যে সাধারণ স্পর্শক তল পাওয়া যায় তা ঐ সময়ে নতুন তরঙ্গমুখের অবস্থান নির্দেশ করে।

12. **গৌণ তরঙ্গ কীভাবে সৃষ্টি হয়? ব্যাখ্যা কর।** [Din.B'21]

উত্তর: কোনো তরঙ্গের সমদশা সম্পন্ন কণাগুলোর গতিপথ হলো তরঙ্গমুখ। হাইগেনসের নীতি অনুযায়ী কোনো তরঙ্গমুখের প্রতিটি বিন্দু একটি অণুতরঙ্গের বা গৌণ তরঙ্গের উৎস হিসেবে গণ্য হয়। ঐ অণুতরঙ্গগুলো মূল তরঙ্গের সমান বেগে নিয়ে সামনের দিকে অগ্রসর হয়। যেকোনো মুহূর্তে এই অণুতরঙ্গগুলোকে স্পর্শ করে যে সাধারণ স্পর্শক তল পাওয়া যায় তা ঐ সময়ে নতুন তরঙ্গমুখের অবস্থান নির্দেশ করে।

13. **স্থির পানিতে ঢিল ছুড়ঁলে তরঙ্গমুখ পাওয়া যাবে কি? ব্যাখ্যা কর।** [MB'21]

উত্তর: তরঙ্গস্থিত সমদশাসম্পন্ন কণাগুলো যে তলে অবস্থান করে তাকে সৃষ্ট তরঙ্গের তরঙ্গমুখ বলে। পুকুরের স্থির পানিতে ঢিল ছুড়ঁলে তরঙ্গ উৎপন্ন হয় যা উৎপন্ন স্থান থেকে চারদিকে ছড়িয়ে পড়ে পানিতে আলোড়নের ফলে সৃষ্ট তরঙ্গ একটি নির্দিষ্ট বেগে বিভিন্ন দিকে ছড়িয়ে পড়বে। ফলে একটি নির্দিষ্ট সময় পর বিভিন্ন দিকে সমান দূরত্ব অতিক্রম করবে এবং সমদশাসম্পন্ন হবে অর্থাৎ তরঙ্গমুখ পাওয়া যাবে।

14. **ইয়ং-এর দ্বি-চিড় পরীক্ষায় চিড়দ্বয়ের ব্যবধান স্বল্প হওয়া প্রয়োজন কেন? ব্যাখ্যা কর।** [CB'19]

উত্তর: ইয়ং এর দ্বিচিড় পরীক্ষার ক্ষেত্রে চিড়দ্বয়ের ব্যবধান স্বল্প হওয়া প্রয়োজন। আমরা জানি, উক্ত পরীক্ষার ক্ষেত্রে একটি উজ্জ্বল বা অন্ধকার ডোরার প্রস্থ $\frac{\lambda D}{2a}$,যেখানে λ ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য, D চিড় হতে পর্দার দূরত্ব এবং a চিড়দ্বয়ের ব্যবধান। a এর মান ছোট না হলে ডোরার প্রস্থ খুব ছোট হবে এবং উজ্জ্বল ও অন্ধকার ডোরাকে চোখে আলাদা করা যাবে না; বরং পর্দার সর্বত্রই আলোর তীব্রতা সমান বলে মনে হবে।

15. **অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের সমবর্তন হয় না কেন? ব্যাখ্যা কর।** [BB'17]

উত্তর: অনুপ্রস্থ তরঙ্গকে পোলারায়িত বা সমবর্তিত করা যায়, কিন্তু অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গকে সমবর্তিত করা যায় না। তরঙ্গ সঞ্চালনের অভিমুখ যে তলে অবস্থিত তরঙ্গের সকল কম্পন যদি সেই সমতলে থাকে তাহলে তাকে সমতল সমবর্তিত বলা হয়। এক্ষেত্রে প্রতিটি তরঙ্গ কোনো বাধা না পেয়ে এর আনুষঙ্গিক চিড় দিয়ে বেরিয়ে যেতে পারে। অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের ক্ষেত্রে এরকম প্রভাব কখনো ঘটে না। এজন্যই অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের সমবর্তন হয় না।

16. **কাঁচে আলোক বৎসর 6.27×10^{12} km বলতে কি বুঝ?** [DB'16]

উত্তর: মাধ্যমের পরিবর্তনে আলোর বেগেরও পরিবর্তন হয়। কাঁচে আলোক বৎসর 6.27×10^{12}km বলতে বোঝায় যে কাচের মধ্য দিয়ে আলোকরশ্মি এক বছরে 6.27×10^{12}km দূরত্ব অতিক্রম করে।

17. 'প্রকৃতিতে কোনো উৎসই সুসঙ্গত নয়'- ব্যাখ্যা কর। [JB'16]

উত্তর: সাধারণভাবে দুটি আলাদা আলোক উৎসকে সুসঙ্গত উৎস হিসেবে গণ্য করা যায় না, কেননা যেকোনো একটি উৎস পরমাণু কর্তৃক নিঃসৃত আলোক তরঙ্গ অন্য উৎসের ওপর কোনোভাবেই নির্ভর করে না। তাই দুটি ভিন্ন উৎস থেকে নির্গত দুটি আলাদা আলোক তরঙ্গ একটি নির্দিষ্ট দশা সম্পর্ক বজায় রাখতে পারে না। অর্থাৎ, প্রকৃতিতে কোনো উৎসই সুসঙ্গত নয়।

18. উড্ডয়মান উড়োজাহাজের ছায়া মাটিতে পড়ে না কেন? ব্যাখ্যা কর। [JB'15]

উত্তর: উড্ডয়মান উড়োজাহাজের ছায়া মাটিতে না পরার কারণ হলো আলোর অপবর্তন। উড়োজাহাজের দেহের প্রান্ত দিয়ে গমনকারী আলোক রশ্মিসমূহ আলোর উৎস হিসেবে ক্রিয়া করে। এ উৎসগুলো হতে আলোকরশ্মি এসে বিমানের নিচে ভূমিতে পতিত হয়। বিমানের অব্যবহিত নিচের অংশে ভূমিতে এভাবে বহুসংখ্যক আলোকরশ্মি হওয়ায় ঐ স্থানে ছায়া গঠিত হতে পারে না।

◆ CQ: সম্ভাব্য অনুধাবনমূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. পয়েন্টিং ভেক্টর বলতে কী বুঝ?

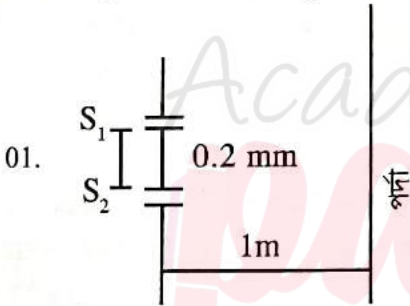
উত্তর: কোনো তড়িৎচৌম্বক তরঙ্গের গতিপথে লম্বভাবে স্থাপিত কোনো একক ক্ষেত্রফলের মধ্য দিয়ে যে পরিমাণ শক্তি অতিক্রম করে তাকে পয়েন্টিং ভেক্টর বলে। একে $\vec{S}$ দ্বারা চিহ্নিত করা হয়। $\vec{S} = \vec{E} \times \vec{H}$।

02. বিপদ সংকেতে সব সময় লাল আলো ব্যবহার করা হয় কেন? ব্যাখ্যা কর।

উত্তর: দৃশ্যমান আলোর সাতটি বর্ণের মধ্যে লাল আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য সর্বাপেক্ষা বেশি। আবার তরঙ্গের বিক্ষেপণ তরঙ্গদৈর্ঘ্যের চতুর্থ ঘাতের ব্যস্তানুপাতিক বলে বায়ুমণ্ডলের মধ্য দিয়ে যাবার পথে অন্যান্য বর্ণের আলোর তুলনায় লাল বর্ণের আলোর বিক্ষেপণ কম হয়। এ কারণে লাল আলো বায়ুমণ্ডলে অধিক দূর পর্যন্ত বিস্তার লাভ করতে পারে। ফলে কোনো বিপজ্জনক স্থানে আসার অনেক আগে থেকেই গাড়ির, জাহাজের বা বিমানের চালক লাল আলো দেখতে পেয়ে বিপদ সম্পর্কে সতর্ক হতে পারে। তাই বিপদ সংকেতে সর্বদা লাল আলো ব্যবহার করা হয়।

প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতামূলক সৃজনশীল প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

◆ CQ: বিগত বছরসমূহের বোর্ড পরীক্ষার প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতামূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. 

ইয়ং এর দ্বি-চিড় পরীক্ষায় 5800 Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো ব্যবহার করা হয়েছে। পরবর্তীতে দ্বি-চিড়টি 0.2 mm প্রস্থের একক চিড় দ্বারা প্রতিস্থাপন করা হলো। [DB'22; RB'22]

(গ) ব্যতিচার ঝালরের প্রস্থ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উভয়ক্ষেত্রে একই তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলোর জন্য ১ম চরমের কৌণিক বিস্তার অভিন্ন হবে কিনা? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

উত্তর

গ. ইয়ং এর দ্বি-চিড় পরীক্ষায় 5800 Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো ব্যবহার করা হয়েছে।

$\lambda = 5800\ \text{Å} = 5800 \times 10^{-10}$ m

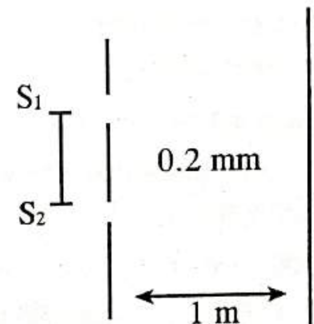
চিড়দ্বয়ের দূরত্ব, $a = 0.2\text{ mm} = 0.2 \times 10^{-3}$ m

পর্দা থেকে চিড়ের দূরত্ব, $D = 1$ m

ব্যতিচার ঝালরের প্রস্থ, $\Delta x = \frac{\lambda D}{2a} = \frac{5800 \times 10^{-10} \times 1}{2 \times 0.2 \times 10^{-3}}$

$= 1.45 \times 10^{-3}$ m

$= 1.45$ mm **(Ans.)**



ঘ. প্রথম ক্ষেত্রে,

ইয়ং এর দ্বিচিড় পরীক্ষায়, $a\sin\theta = n\lambda$

বা, $\sin\theta = \frac{1\times5800\times10^{-10}}{0.2\times10^{-3}}$

$\therefore \theta = 0.166°$

এখানে, $a = 0.2\text{ mm} = 0.2\times10^{-3}\text{ m}$

$\lambda = 5800\text{ Å} = 5800\times10^{-10}\text{ m}$

অন্যদিকে দ্বি-চিড়টি 0.2 mm প্রস্থের একক চিড় দ্বারা প্রতিস্থাপন করলে,

প্রথম চরমের ক্ষেত্রে, $a'\sin\theta' = (2n+1)\frac{\lambda}{2}$

$\Rightarrow \sin\theta' = \frac{3\times5800\times10^{-10}}{2\times0.2\times10^{-3}} \Rightarrow \theta' = \sin^{-1}(4.35\times10^{-3})$

$\Rightarrow \theta' = 0.25°$

$\therefore \Delta\theta = 0.25° - 0.166° = 0.083°$

$\therefore$ উভয়ক্ষেত্রে একই তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলোর জন্য প্রথম চরমের কৌণিক বিস্তার অভিন্ন হবে না।

$a' = 0.2\text{mm} = 0.2\times10^{-3}\text{m}$

$n = 1$

$\lambda = 5800\text{ Å} = 5800\times10^{-10}\text{ m}$

02. ইয়ং এর দ্বি-চিড় পরীক্ষায় চিড় দুটির ব্যবধান **0.3 mm** এবং পর্দার দূরত্ব **160 cm**। নির্দিষ্ট তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো চিড়ের উপর ফেলা হলে পর্দার কেন্দ্র হতে উভয় পার্শ্বে **12** টি উজ্জ্বল ডোরা দেখা যায়। **[Ctg.B'22]**

(গ) আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্যের মান নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) চিড়ের ব্যবধান অর্ধেক করা হলে তরঙ্গদৈর্ঘ্যের কীরূপ পরিবর্তন হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. চিড় দুটির ব্যবধান, $a = 0.3\text{ mm} = 0.3\times10^{-3}\text{ m}$

উভয় পার্শ্বে 12 টি উজ্জ্বল ডোরা দেখা যায়। তাই, $n = 12$

12 তম উজ্জ্বল ডোরার কৌণিক বিস্তার, $\theta = 90°$

ব্যতিচারের সূত্রানুসারে, $a\sin\theta = n\lambda \Rightarrow \lambda = \frac{a\sin\theta}{n} = \frac{0.3\times10^{-3}\times\sin 90°}{12} = 2.5\times10^{-5}\text{m}$ **(Ans.)**

ঘ. চিড়ের ব্যবধান অর্ধেক করা হলে, $a' = \frac{a}{2} = \frac{0.3}{2}\text{mm} = 0.15\times10^{-3}\text{ m}$

পরিবর্তিত তরঙ্গদৈর্ঘ্য λ' হলে, $a'\sin\theta = n\lambda' \Rightarrow \lambda' = \frac{a'\sin\theta}{n} = \frac{0.15\times10^{-3}\times\sin90°}{12} = 1.25\times10^{-5}\text{m}$

$\therefore \frac{\lambda'}{\lambda} = \frac{1.25\times10^{-5}}{2.5\times10^{-5}} = \frac{1}{2}$ অর্থাৎ, $\lambda' = \frac{\lambda}{2}$

$\therefore$ চিড়ের ব্যবধান অর্ধেক করা হলে তরঙ্গদৈর্ঘ্য অর্ধেক হয়ে যাবে।

03. একদল শিক্ষার্থী পদার্থবিজ্ঞান গবেষণাগারে ইয়ং এর দ্বি-চিড় পরীক্ষাটি সম্পন্ন করার জন্য চিড় দু'টির মধ্যবর্তী দূরত্ব **2 mm** এবং চিড় থেকে পর্দাটিকে **1 m** দূরে স্থাপন করল। পরীক্ষায় ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য ছিল **5900Å** এবং চিড় দুটি থেকে নিঃসৃত আলোর তরঙ্গদ্বয়ের পথ পার্থক্য পেল $\mathbf{1.5\times10^{-6}}$ **m**। **[SB'22]**

(গ) উদ্দীপকে পর্দায় সৃষ্ট ডোরার ব্যবধান নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) শিক্ষার্থীদের ইয়ং এর দ্বি-চিড় পরীক্ষায় পর্দায় কোন ধরনের ব্যতিচার সৃষ্টি হয়েছিল? তার গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও। ৪

উত্তর

গ. চিড়দ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব, $a = 2\text{ mm} = 2\times10^{-3}\text{m}$

চিড় হতে পর্দার দূরত্ব, $D = 1\text{ m}$

আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 5900\text{ Å} = 5900\times10^{-10}\text{m}$

ডোরা ব্যবধান, $\Delta x = \frac{\lambda D}{a} = \frac{5900\times10^{-10}\times1}{2\times10^{-3}} = 2.95\times10^{-4}\text{m}$

ঘ. চিড় দুটি থেকে নিঃসৃত আলোর পথ পার্থক্য, $\Delta\beta = 1.5\times10^{-6}\text{m}$

আমরা জানি, $\delta = \frac{2\pi}{\lambda}\times\Delta\beta \Rightarrow \delta = \frac{2\pi}{5900\times10^{-10}}\times1.5\times10^{-6} = 5.08\pi \approx 5\pi$

অর্থাৎ, পথ পার্থক্য π এর বিজোড় গুণিতক।

তাই ধ্বংসাত্মক ব্যতিচার সৃষ্টি হয়েছিল।

04. রিয়া এবং রিপা দুটি অপবর্তন গ্রেটিং নিয়ে পরীক্ষা করছিল। রিয়ার গ্রেটিং এ প্রতি সেন্টিমিটারে দাগসংখ্যা **6000**। এর ভিতরে কমলা রঙের আলো ফেলা হলো। অপরদিকে রিপার গ্রেটিং-এর গ্রেটিং ধ্রুবক 1.6×10^{-6} **m**। সে সবুজ আলো নিয়ে পরীক্ষা করছিল। রিয়া বলল প্রথম উজ্জ্বল রেখার জন্য অপবর্তন কোণ আমার ক্ষেত্রে বেশি হবে। রিপা বলল, দেখা যাক। **[BB'22]**

আলোর বর্ণ	তরঙ্গ (Å)
কমলা	**6000**
সবুজ	**5000**
বেগুনী	**4000**

(ঘ) রিয়ার উক্তি যথার্থ কিনা? হিসাব কর। ৩

উত্তর

ঘ. রিয়ার গ্রেটিং-এ প্রতি সেন্টিমিটারে দাগসংখ্যা 6000

$\therefore$ 1 মিটারে দাগসংখ্যা, $N = 6000 \times 10^2 = 600000$

প্রতিটি রেখার প্রস্থ, $d = \frac{1}{N} = \frac{1}{600000}$

কমলা বর্ণের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\lambda_o = 6000\text{Å} = 6000 \times 10^{-10}$ m

$\therefore n = 1$ (যেহেতু প্রথম উজ্জ্বল রেখা)

আমরা জানি, $d\sin\theta = n\lambda_o \Rightarrow \frac{1}{600000} \times \sin\theta = 1 \times 6000 \times 10^{-10} \Rightarrow \sin\theta = 6000 \times 10^{-10} \times 600000 = 0.36$

$\therefore \theta = 21.1°$

রিপার ক্ষেত্রে, গ্রেটিং ধ্রুবক, $d' = 1.6 \times 10^{-6}$ m

সবুজ আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda_g = 5000$ Å $= 5000 \times 10^{-10}$ m এবং $n = 1$

আমরা জানি, $d'\sin\theta' = n\lambda_g \Rightarrow 1.6 \times 10^{-6} \times \sin\theta' = 1 \times 5000 \times 10^{-10} \Rightarrow \sin\theta' = \frac{5000\times10^{-10}}{1.6\times10^{-6}} = 0.3125$

$\therefore \theta' = \sin^{-1} 0.3125 = 18.21°$

রিয়ার উক্তি যথার্থ, কেননা $\theta > \theta'$ অর্থাৎ, প্রথম উজ্জ্বল রেখার জন্য অপবর্তন কোণ রিয়ার ক্ষেত্রে বেশি।

05. ইয়ং এর দ্বি-চিড় পরীক্ষায় চিড় দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব **2.5 mm**। ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য **5840Å**। চিড়ের মধ্যবর্তী অঞ্চলে আপতিত করার ফলে পর্দার উপর পর্যায়ক্রমে উজ্জ্বল ও অন্ধকার পট্টির সৃষ্টি হয়। কেন্দ্রীয় উজ্জ্বল পট্টি হতে প্রথম উজ্জ্বল পট্টির মধ্যবর্তী দূরত্ব **0.4672 mm**। **[JB'22]**

(গ) উদ্দীপকের আলোকে চিড় থেকে পর্দার দূরত্ব কত পাওয়া যাবে? ৩

(ঘ) কেন্দ্রীয় চরম থেকে **5.1392 mm** দূরত্বে কততম উজ্জ্বল ডোরার সৃষ্টি হবে–গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও। ৪

উত্তর

গ. চিড়দ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব, $a = 2.5$ mm

ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 5840$ Å $= 5840 \times 10^{-10}$m

প্রথম উজ্জ্বল পট্টির দূরত্ব, $x_1 = 0.4672$ mm $= 0.4672 \times 10^{-3}$m

চিড় হতে পর্দার দূরত্ব, D =?

তাহলে, $x_1 = \frac{n\lambda D}{a} \Rightarrow D = \frac{ax_1}{n\lambda} = \frac{2.5\times10^{-3}\times0.4672\times10^{-3}}{1\times5840\times10^{-10}} = 2$m **(Ans:)**

ঘ. প্রশ্নমতে, $x_n = 5.1392$ mm $= 5.1392 \times 10^{-3}$m

n =?

তাহলে, $x_n = \frac{n\lambda D}{a} \Rightarrow n = \frac{ax_n}{\lambda D} = \frac{2.5\times10^{-3}\times5.1392\times10^{-3}}{2\times5840\times10^{-10}} = 11$

$\therefore$ 11 তম উজ্জ্বল ডোরার সৃষ্টি হবে।

06. পরীক্ষাগারে একটি ফ্রনহফার শ্রেণির একক চিড়ের দরুন অপবর্তন পরীক্ষায় **5890Å** তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো ব্যবহার করা হলো। দ্বিতীয় ক্রমের চরমের জন্য অপবর্তন কোণ **10°** পাওয়া গেল এবং দশম অবম বিন্দুটি পাওয়ার চেষ্টা করা হলো। **[CB'22]**

(গ) চিড়ের বেধ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) পরীক্ষণে দশম অবম বিন্দুটি পাওয়ার চেষ্টা সফল হয়েছিল কি? গাণিতিক যুক্তিসহ তোমার মতামাত দাও। ৪

উত্তর

গ. প্রশ্নমতে, ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\lambda = 5890\ \text{Å} = 5890 \times 10^{-10}$ m
$n = 2$
অপবর্তন কোণ, $\theta = 10°$
চিড়ের বেধ, $a = ?$

অপবর্তনের শর্তানুসারে, $a \sin\theta = (2n+1)\frac{\lambda}{2} \Rightarrow a = \frac{(2n+1)\frac{\lambda}{2}}{\sin\theta} \Rightarrow \frac{5 \times \frac{5890 \times 10^{-10}}{2}}{\sin 10°} = 8.48 \times 10^{-6}\text{m}$

ঘ. আমরা জানি, $\sin\theta$ এর সর্বোচ্চ মান 1 যখন $\theta = 90°$, তখন সর্বোচ্চ অপবর্তন পরিলক্ষিত হবে।

$n = ?$
$\lambda = 5890 \times 10^{-10}$
$a = 8.48 \times 10^{-6}\text{m}$

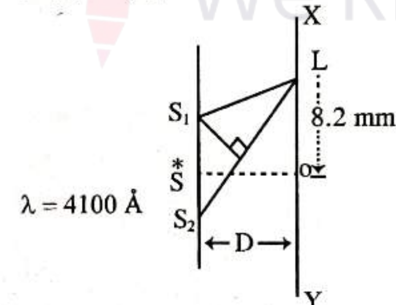
এখন, $a \sin\theta = n\lambda$
বা, $n = \frac{a \sin\theta}{\lambda} = \frac{8.48 \times 10^{-6} \times 1}{5890 \times 10^{10}} = 14.4$
অর্থাৎ, 14 টি অবম বিন্দু স্পষ্ট দেখা যাবে।
∴ 10 তম অবম বিন্দু পাওয়ার চেষ্টা সফল হয়েছিল।

07. ইয়ং এর দ্বি-চিড় পরীক্ষায় **600 nm** তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো ব্যবহার করা হলো এবং বায়ুতে ডোরার প্রস্থ **2 mm** পাওয়া গেল। পরবর্তীতে **500 nm** এবং **400 nm** তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো দিয়ে ডোরার অবস্থান পর্যবেক্ষণ করা হলো। **[Din.B'22]**
(গ) উদ্দীপকে ১ম আলোক উৎসের ক্ষেত্রে পরীক্ষণটি **1.42** প্রতিসরাঙ্কের তরলে ডুবিয়ে করা হলে ডোরার প্রস্থ নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) উদ্দীপকে আলোক উৎসের পরিবর্তনের সাথে সাথে পর্দার একটি নির্দিষ্ট অবস্থানে উজ্জ্বল ডোরার ক্রম সংখ্যা বাড়বে না কমবে? গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. প্রথম ক্ষেত্রে, $\lambda = 600\text{nm} = 600 \times 10^{-9}\text{m}$
ডোরা প্রস্থ, $\Delta\beta = 2\text{mm} = 2 \times 10^{-3}\text{m}$
$\mu = 1.42$
তাহলে, ঐ তরলে তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda' = \left(\frac{600}{1.42} \times 10^{-9}\right)\text{m} = 422.54 \times 10^{-9}$ m
এখন, $\frac{\lambda D}{2a} = 2 \times 10^{-3} \Rightarrow \frac{D}{2a} = \frac{2 \times 10^{-3}}{600 \times 10^{-9}} = 3.33 \times 10^{3}$
তাহলে, তরলে ডোরা প্রস্থ, $\Delta\beta' = \frac{\lambda' D}{2a} = 422.54 \times 10^{-9} \times 3.33 \times 10^{3} = 1.408 \times 10^{-3}\text{m} = 1.408\text{mm}$

ঘ. $\lambda_2 = 500\text{nm}$; $\lambda_3 = 400\text{nm}$
আমরা জানি, যেকোনো এক পাশে n তম ডোরার কেন্দ্রীয় চরম থেকে দূরত্ব, $x_n = \frac{n\lambda D}{a}$
অর্থাৎ, $x_n \propto \lambda$ এবং $n \propto \frac{1}{\lambda}$ যেহেতু $\lambda_2 > \lambda_3$,
তাই 500 nm এর তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো ব্যবহার করলে 400 nm এর তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো অপেক্ষা একটি নির্দিষ্ট অবস্থানে উজ্জ্বল ডোরার সংখ্যা কমবে।

08. 

[MB'22]

$\mathbf{S_1S_2 = 0.3\ mm,\ D = 1\ m,\ OL = 8.2\ mm}$
(গ) L বিন্দুতে কততম গঠনমূলক ব্যতিচার সৃষ্টি হবে? ৩
(ঘ) চিড়দ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব এক-তৃতীয়াংশ হ্রাস করা হলে, একটি অন্ধকার ডোরার বেধের কোনোরূপ পরিবর্তন হবে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. দেওয়া আছে,

$a = S_1S_2 = 0.3\ mm = 0.3 \times 10^{-3}\ m$; $D = 1\ m$

পথ পার্থক্য, $\Delta x = 8.2\ mm = 8.2 \times 10^{-3}\ m$

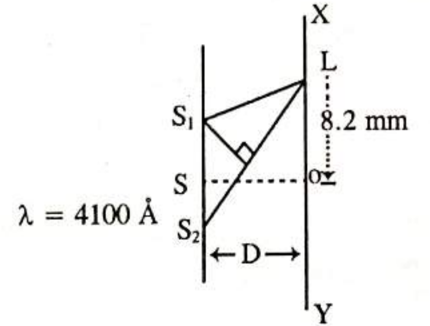
$\lambda = 4100\ Å = 4100 \times 10^{-10}\ m$

গঠনমূলক ব্যতিচার হলে, $n = ?$

আমরা জানি, $\Delta x = \frac{n\lambda D}{a} \Rightarrow 8.2 \times 10^{-3} = \frac{n \times 4100 \times 10^{-10} \times 1}{0.3 \times 10^{-3}}$

$\Rightarrow n = \frac{8.2\times10^{-3}\times0.3\times10^{-3}}{4100\times10^{-10}} = 6$

$\therefore$ L বিন্দুতে 6 তম গঠনমূলক ব্যতিচার সৃষ্টি হবে।



ঘ. চিড়দ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব, $a = 0.3\ mm = 0.3 \times 10^{-3} m$.

দূরত্ব এক তৃতীয়াংশ হ্রাস করা হলে, $a' = \left(0.3 - \frac{0.3}{3}\right)\ mm = 0.2\ mm = 0.2 \times 10^{-3}\ m$

$\therefore$ একটি অন্ধকার ডোরার বেধ প্রথমে, $n = 1$ হলে,

$\Delta x = \frac{\lambda D}{2a} = \frac{4100\times10^{-10}\times1}{2\times0.3\times10^{-3}} = 6.83 \times 10^{-4} m$

অন্যদিকে চিড়দ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব এক তৃতীয়াংশ হ্রাস করা হলে, একটি অন্ধকার ডোরার বেধ,

$\Delta x' = \frac{\lambda D}{2a'} = \frac{4100\times10^{-10}\times1}{2\times0.2\times10^{-3}} = 1.025 \times 10^{-3} m$

$\therefore$ দেখা যাচ্ছে, $\Delta x' > \Delta x$ অর্থাৎ, অন্ধকার ডোরার বেধের বৃদ্ধি ঘটেছে।

09. ল্যাবরেটরিতে বায়ু মাধ্যমে রওনক সাহেব ইয়ং এর দ্বি-চিড় পরীক্ষায় চিড় দুটির ব্যবধান **0.66 cm** এবং চিড় হতে পর্দার দূরত্ব **166 cm** নিয়ে কাজ করল। কেন্দ্রীয় উজ্জ্বল পট্টি হতে **16** তম উজ্জ্বল পট্টির দূরত্ব পেল **0.16 cm**। রওনক সাহেব পরীক্ষাটি আবার **1.66** প্রতিসরাঙ্ক বিশিষ্ট মাধ্যমে সম্পন্ন করলেন। [DB'21]

(গ) উদ্দীপকে পরীক্ষায় ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উল্লিখিত পরীক্ষাটি বায়ু মাধ্যমে না করে এবং উদ্দীপকে উল্লিখিত অন্য মাধ্যমে করা হলে ডোরার প্রস্থের কী পরিবর্তন হবে– গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ.

$x_n = \frac{n\lambda D}{a} \Rightarrow 0.0016 = \frac{16\lambda\times1.66}{0.0066}$ $\Rightarrow \lambda = 3.9759 \times 10^{-7}\ m$	$D = 1.66 m$; $a = 0.66\ cm = 0.0066\ m$ $x_{16} = 0.16\ cm = 0.0016\ m$

ঘ. বর্তমান ডোরাপ্রস্থ, $\Delta x = \frac{\lambda D}{2a} = \frac{3.9759\times10^{-7}\times1.66}{2\times0.0066}\ m = 0.00005\ m$

$\mu = \frac{C_0}{C'} = \frac{\lambda}{\lambda'} \therefore \frac{\Delta x'}{\Delta x} = \frac{\lambda'}{\lambda} = \frac{1}{\mu} \Rightarrow \Delta x' = \frac{1}{1.66} \times 0.00005 m = 0.00003 m$

$\therefore$ অন্য মাধ্যমে করলে ডোরাপ্রস্থ হ্রাস পায় $(0.00005 - 0.00003)\ m = 0.00002\ m$

10. জারা পদার্থবিজ্ঞান গবেষণাগারে ইয়ং-এর দ্বিচিড় পরীক্ষার **0.2 cm** ব্যবধানে অবস্থিত দুটি চিড়ে আলো ফেললো। চিড় থেকে **100 cm** দূরে পর্দায় ডোরার প্রস্থ **0.03 cm** পেলো। ডোরার প্রস্থ বৃদ্ধি করার জন্য জারা চিড়ের ব্যবধান কমিয়ে **0.15 cm** এবং পর্দার দূরত্ব বাড়িয়ে **150 cm** করলো। [RB'21, Din.B'21]

(গ) পরীক্ষায় ব্যবহৃত আলোর কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) ডোরার প্রস্থ বৃদ্ধি করার জন্য জারা যে কাজটি করছে তা যথার্থ কিনা? গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মন্তব্য কর। ৪

উত্তর

গ. আমরা জানি,

$\Delta x = \frac{\lambda D}{2a} \Rightarrow \lambda = \frac{\Delta x \times 2a}{D}$

$\Rightarrow \lambda = \frac{0.03 \times 2 \times 0.2}{100}$ cm

$= 1.2 \times 10^{-4}$ cm

$= 1.2 \times 10^{-6}$ m

$\therefore \nu = \frac{c}{\lambda} = 2.5 \times 10^{14}$ Hz (**Ans.**)

দেওয়া আছে,
চিড়ের প্রস্থ, $a = 0.2$ cm
চিড় থেকে পর্দার দূরত্ব, $D = 100$ cm
ডোরার প্রস্থ, $\Delta x = 0.03$ cm
আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = ?$
আলোর কম্পাঙ্ক, $\nu = ?$

ঘ. আমরা জানি,

$\Delta x' = \frac{\lambda D'}{2a'} = 0.06$ cm

∴ ডোরার প্রস্থ (0.06 – 0.03) বা 0.03cm বৃদ্ধি পেয়েছে।
সুতরাং, জারার কাজটি সঠিক হয়েছে।

এখানে,
চিড়ের পরিবর্তিত ব্যবধান, $a' = 0.15$ cm
চিড় থেকে পর্দার নতুন দূরত্ব, $D' = 150$ cm
আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 1.2 \times 10^{-4}$ cm
ডোরার প্রস্থ, $\Delta x' = ?$

11. ইয়ং এর দ্বি-চিড় পরীক্ষায় চিড়দ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব **1mm**। চিড় দুটি থেকে **150 cm** দূরে পর্দার ডোরা পাওয়া গেল। পরীক্ষায় ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য **6000Å**। **[Ctg.B'21]**
(গ) ডোরা ব্যবধান নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) উদ্দীপকের চিড় হতে পর্দার দূরত্ব অর্ধেক করলে ডোরার ব্যবধান বর্তমানের ডোরার প্রস্থের সমান হবে কি'না–গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. আমরা জানি,

ডোরা ব্যবধান $= \frac{\lambda D}{a} = \frac{6000 \times 10^{-10} \times 1.5}{10^{-3}}$ m

$= 9 \times 10^{-4}$ m $= 0.9$ mm

$\lambda = 6000 \times 10^{-10}$ m
$D = 150$ cm $= 1.5$ m
$a = 1$ mm $= 10^{-3}$ m

ঘ. উদ্দীপকের ব্যবস্থাটির বর্তমানে ডোরা প্রস্থ,

$\beta = \frac{\lambda D}{2a} = 4.5 \times 10^{-4}$ m | $\lambda = 6000 \times 10^{-10}$; $D = 1.5$ m ; $a = 10^{-3}$ m

চিড় হতে পর্দার দূরত্ব অর্ধেক করলে ডোরা ব্যবধান,

$= \frac{\lambda D'}{a} = \frac{6000 \times 10^{-10} \times \frac{1.5}{2}}{10^{-3}}$ m $= 4.5 \times 10^{-4}$m | $D' = \frac{1.5}{2}$ m

∴ উক্ত ব্যবস্থা গ্রহণ করলে বর্তমান ডোরা ব্যবধান ও পরিবর্তিত ডোরা প্রস্থ সমান হবে।

12. ইয়ং এর দ্বি-চিড় পরীক্ষায় দুটি চিড়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব **2 mm** নেয়া হল। এ চিড়দ্বয় থেকে **1 m** দূরত্বে পর্দার ডোরার ব্যবধান **0.3 mm** পাওয়া গেল। **[SB'21]**
(গ) উদ্দীপকে ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) উপরোক্ত পরীক্ষায় পর্দার কোনো একটি বিন্দুতে তরঙ্গদ্বয়ের পথ পার্থক্য **12000Å** হলে উক্ত বিন্দুতে কোন ধরনের ব্যতিচার সৃষ্টি হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. আমরা জানি,

$\Delta x = \frac{\lambda D}{a} \Rightarrow \lambda = \frac{a\Delta x}{D}$

$\Rightarrow \lambda = \frac{2 \times 10^{-3} \times 3 \times 10^{-4}}{1} = 6 \times 10^{-7}$ m

দেওয়া আছে,
চিড় থেকে পর্দার দূরত্ব, $D = 1$m
চিড়ের ব্যবধান, $a = 2$mm $= 2 \times 10^{-3}$m
ডোরা ব্যবধান, $\Delta x = 0.3$ mm $= 3 \times 10^{-4}$ m
তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = ?$

ঘ. দেওয়া আছে,
পথ পার্থক্য, $\Delta x = 12000Å = 1.2 \times 10^{-6}$ m
এখন ধরি, বিন্দুতে গঠনমূলক ব্যতিচার সৃষ্টি হবে
সেক্ষেত্রে, $\Delta x = n\lambda \Rightarrow 1.2 \times 10^{-6} = n \times 6 \times 10^{-7} \Rightarrow n = 2$
অপরদিকে ধরি, বিন্দুটিতে ধ্বংসাত্মক ব্যতিচার সৃষ্টি হবে
$\therefore \Delta x = \left(\frac{2n-1}{2}\right)\lambda \Rightarrow 1.2 \times 10^{-6} = \left(\frac{2n-1}{2}\right) \times 6 \times 10^{-7} \Rightarrow n = \frac{5}{2}$, যা গ্রহণযোগ্য নয়
$\therefore$ বিন্দুটিতে গঠনমূলক ব্যতিচার সৃষ্টি হবে।

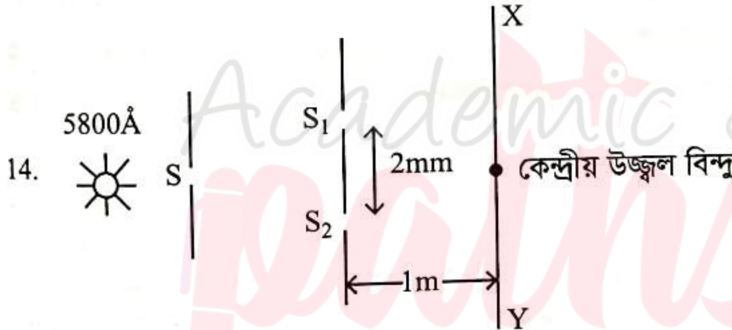
13. পদার্থবিজ্ঞান ল্যাবে একদল শিক্ষার্থী ইয়ং- এর দ্বিচিড় পরীক্ষায় পর্দা থেকে **1 m** দূরত্বে দুটি চিড় স্থাপন করল। চিড়দ্বয়ের মধ্যবর্তী ব্যবধান $\mathbf{4 \times 10^{-4} m}$। তারা লাল আলো ব্যবহার করে পর্দার উপর **40** টি ডোরা সৃষ্টি করলো। পরে সবুজ ও নীল আলো ব্যবহার করল। $\lambda_r = 6200Å$, $\lambda_g = 4950Å$ থেকে $5700Å$ পর্যন্ত, $\lambda_B = 4500Å$ থেকে $4950Å$ পর্যন্ত। **[BB'21]**
(গ) উদ্দীপকে লাল আলোর ক্ষেত্রে ডোরার প্রস্থ নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) শিক্ষার্থীরা যদি আরও **20** টি ডোরা বেশি পেতে চায় তাহলে কোন বর্ণের আলো ব্যবহার করতে হবে? গাণিতিক ব্যাখ্যা কর। ৪

উত্তর

গ. লাল আলোর জন্য ডোরা প্রস্থ,
$\beta = \frac{\lambda_r D}{2a} = \frac{6200 \times 10^{-10} \times 1}{2 \times 4 \times 10^{-4}}$ m $= 7.75 \times 10^{-4}$m

$D = 1$ m
$a = 4 \times 10^{-4}$ m
$\lambda_r = 6200 \times 10^{-10}$ m

ঘ. উদ্দীপকের পরীক্ষণে 40 টি ডোরা পাওয়া যায়। অর্থাৎ 20 টি উজ্জ্বল ডোরা ও 20 টি অন্ধকার ডোরা।
এক্ষেত্রে, $n = 20$ ক্রমের সর্বোচ্চ ডোরা পাওয়া যাচ্ছে।
আরও 20 টি ডোরা বেশি পেতে চাইলে, $n_2 = 20 + 10 = 30$
আমরা জানি, $n_1\lambda_1 = n_2\lambda_2 \Rightarrow \lambda_2 = \frac{n_1}{n_2} \times \lambda_1 = \frac{20}{30} \times 6200$ Å $= 4133.33$ Å
$\therefore$ আরও 20 টি ডোরা পেতে চাইলে 4133.33 Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো ব্যবহার করতে হবে।

14. 

উপরের চিত্রে ইয়ং- এর দ্বিচিড় পরীক্ষার একটি ব্যবস্থা দেখানো হয়েছে, যেখানে S_1 ও S_2 দু'টি সুসংগত উৎস। **[JB'21]**
(গ) কেন্দ্রীয় উজ্জ্বল পট্টি হতে তৃতীয় ক্রমের উজ্জ্বল পট্টির দূরত্ব নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) যদি চিড়দ্বয় হতে পর্দার দূরত্ব অর্ধেক করা হয়, তাহলে পরপর দু'টি উজ্জ্বল পট্টির ব্যবধান বর্তমান পট্টির প্রস্থের সমান হবে কিনা? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

উত্তর

গ. আমরা জানি,
$x_n = \frac{n\lambda D}{a}$
$\therefore x_3 = \left(\frac{3 \times 5800 \times 10^{-10} \times 1}{2 \times 10^{-3}}\right)$ m
$= 8.7 \times 10^{-4}$ m

চিড়দ্বয়ের ব্যবধান, $a = 2$ mm $= 2 \times 10^{-3}$m
চিড় থেকে পর্দার দূরত্ব, $D = 1$m
$\lambda = 5800Å = 5800 \times 10^{-10}$m
$n = 3$
তৃতীয় উজ্জ্বল পট্টির দূরত্ব, $x_3 = ?$

ঘ. 12 এর (গ) নং এর অনুরূপ।

15. ইয়ং- এর দ্বিচিড় পরীক্ষায় চিড়দ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব 1 mm। পরীক্ষণটিতে একবর্ণী আলো ব্যবহার করে চিড় হতে 80 cm দূরত্বে অবস্থিত পর্দায় ব্যতিচার ডোরা সৃষ্টি করা হল। পর্দাকে চিড়ের দিকে 5 cm সরালে ডোরা ব্যবধানের পরিবর্তন ঘটে 3×10^{-5} m. [CB'21]

(গ) পরীক্ষণে ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) পরীক্ষণটিতে পর্দার অবস্থানের পরিবর্তনের ফলে ৩য় অন্ধকার পট্টির কৌণিক অবস্থানের কীরূপ পরিবর্তন ঘটবে- গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. $a = 10^{-3}$ m; $\Delta d = 5 \times 10^{-2}$ m; $\Delta x = 3 \times 10^{-5}$ m

ডোরা ব্যবধানের পরিবর্তন, $\Delta x = \frac{\lambda \Delta D}{a} \Rightarrow 3 \times 10^{-5} = \frac{\lambda \times 5 \times 10^{-2}}{10^{-3}} \Rightarrow \lambda = 6 \times 10^{-7}$ m

ঘ. 'গ' হতে, $\lambda = 6 \times 10^{-7}$ m

কেন্দ্র হতে ৩য় অন্ধকার পট্টির দূরত্ব, $x = (2n-1)\frac{\lambda D}{2a} = \frac{(2\times3-1)\times6\times10^{-7}\times80\times10^{-2}}{2\times10^{-3}} = 1.2 \times 10^{-3}$ m

$\tan\theta = \frac{1.2\times10^{-3}}{80\times10^{-2}} \Rightarrow \theta = 0.086°$

$D' = 75$ cm $= 75 \times 10^{-2}$ m

$x' = (2n-1)\frac{\lambda D'}{2a} = (2\times3-1)\frac{6\times10^{-7}\times75\times10^{-2}}{2\times10^{-3}} = 1.125 \times 10^{-3}$m

$\tan\theta' = \frac{1.125\times10^{-3}}{75\times10^{-2}} \Rightarrow \theta' = 0.086°$

∴ কৌণিক অবস্থানের কোনো পরিবর্তন ঘটবে না।

16. বায়ুতে ইয়ং-এর একটি দ্বি-চিড় পরীক্ষায় ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 5200Å। পর্দার দূরত্ব 90 cm এবং চিড়ের ব্যবধান 0.4 mm। এরপর পরীক্ষণটি গ্লিসারিন ও কেরোসিন মাধ্যমে সম্পন্ন করা হয়। গ্লিসারিন ও কেরোসিনের প্রতিসরণাঙ্ক যথাক্রমে 1.47 এবং 1.44। [MB'21]

(গ) উদ্দীপকের পরীক্ষণটি হতে 7th অন্ধকার ডোরার দূরত্ব নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) গ্লিসারিন ও কেরোসিনে ডোরার প্রস্থ সমান পাওয়া যাবে কি? গাণিতিক মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. আমরা জানি,

7টি অন্ধকার ডোরার দূরত্ব, $x_7 = \left(\frac{2n-1}{2}\right)\cdot\frac{\lambda D}{a}$

$= \left\{\left(\frac{2\times7-1}{2}\right) \times \frac{5.2\times10^{-7}\times0.9}{4\times10^{-4}}\right\}$ m $= 7.605 \times 10^{-3}$ m

তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 5200\text{Å} = 5.2 \times 10^{-7}$ m
চিড় হতে পর্দার দূরত্ব, $D = 90$ cm $= 0.9$ m
চিড়ের ব্যবধান, $a = 0.4$ mm $= 4 \times 10^{-4}$ m
$n = 7$

ঘ. দেওয়া আছে, $D = 0.9$m ; $a = 4 \times 10^{-4}$ m

আমরা জানি, ডোরার প্রস্থ $= \frac{\lambda D}{2a}$

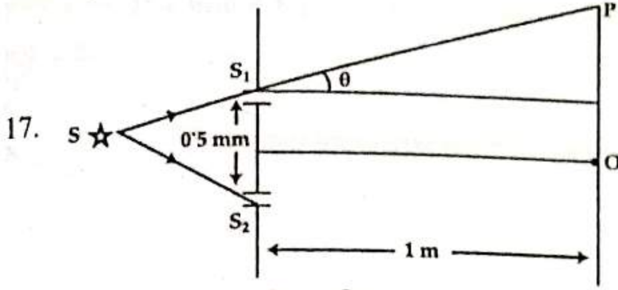
গ্লিসারিনের ক্ষেত্রে, $\lambda_g = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{5200}{1.47}\text{Å} = 3.537 \times 10^{-7}$ m

∴ ডোরার প্রস্থ, $\Delta x \Rightarrow \frac{\lambda_g D}{2a} = 3.98 \times 10^{-4}$ m

কেরোসিনের ক্ষেত্রে, $\lambda_c = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{5200}{1.44}\text{Å} = 3.61 \times 10^{-7}$ m

∴ ডোরার প্রস্থ, $\Delta x \Rightarrow \frac{\lambda_c D}{2a} = 4.06 \times 10^{-4}$ m

∴ উভয় ক্ষেত্রে ডোরা প্রস্থ সমান হবে না।

17. 

[DB'19]

চিত্রে ইয়ং এর দ্বি-চিড় পরীক্ষার ব্যবস্থা দেখানো হয়েছে। ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য 5500Å, চিড়দ্বয়ের প্রস্থ 0.1 mm এবং মধ্যবর্তী দূরত্ব 0.5 mm। পানির প্রতিসরাঙ্ক 1.33 এবং পানিতে আলোর দ্রুতি $1450\ ms^{-1}$।

(গ) ব্যতিচারের ডোরা প্রস্থ কত? ৩

(ঘ) S_2 চিড় বন্ধ করলে কেন্দ্রীয় চরমের বিস্তৃতি কোণ পাওয়া সম্ভব কি না যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. দ্বিচিড় পরীক্ষার ব্যবস্থাটি পানিতে করা হলে, ধরা যাক পানিতে আলোর পরিবর্তিত তরঙ্গদৈর্ঘ্য λ_w।

তাহলে, ${}_a\eta_w = \frac{C_a}{C_w} = \frac{\lambda_a}{\lambda_w}$ $\therefore \lambda_w = \frac{\lambda_a}{{}_a\eta_w} = \frac{5500\times10^{-10}}{1.33} m = 4.135 \times 10^{-7} m$

পানিতে ডোরা প্রস্থ, $b = \frac{\lambda D}{2a} = 4.135 \times 10^{-4} m$ | $D = 1m; \lambda = \lambda_w; a = 0.5mm = 5 \times 10^{-4} m$

বাতাসে ডোরা প্রস্থ, $b' = \frac{\lambda_a D}{2a} = 5.5 \times 10^{-4} m.$

ঘ. S_2 চিড় বন্ধ করলে ব্যতিচারের পরিবর্তে অপবর্তন পট্টি পাওয়া যাবে।

অপবর্তনের প্রথম অবমের ক্ষেত্রে, $a\sin\theta = \lambda \therefore \theta = \sin^{-1}\frac{\lambda}{a}$

সেক্ষেত্রে, কেন্দ্রীয় চরমের বিস্তৃতি, $\alpha = 2\theta = 2\sin^{-1}\frac{\lambda}{a}$ | $a = 0.1mm = 1 \times 10^{-4} m$

বাতাসে, $\alpha_a = 2\sin^{-1}\frac{5.5\times10^{-7}}{1\times10^{-4}} = 0.63°$; পানিতে, $\alpha_w = 2\sin^{-1}\frac{4.135\times10^{-7}}{1\times10^{-4}} = 0.47°$

18. পরীক্ষাগারে ইয়ং-এর দ্বি-চিড় পরীক্ষা সম্পন্ন করতে গ্রুপ বি-এর শিক্ষার্থীরা 5460 Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের সবুজ আলো দ্বারা একটি পর্দাকে আলোকিত করলো। ফলে স্লিটগুলো হতে 1 m দূরে পর্দার ওপর যে ব্যতিচার পট্টি দেখা গেল তার চারটি উজ্জ্বল ডোরার ব্যবধান 5 mm। [RB'19]

(গ) উদ্দীপকে ব্যবহৃত স্লিট দুটোর মধ্যবর্তী দূরত্ব কত? ৩

(ঘ) উদ্দীপকের পরীক্ষণটি পানিতে রেখে সম্পন্ন করলে ডোরার প্রস্থের কোনোরূপ পরিবর্তন হতো কি-না? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে তোমার মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. চারটি উজ্জ্বল ডোরার ব্যবধান $= \frac{3\lambda D}{a}$

$\Rightarrow \frac{3\lambda D}{a} = 5 \times 10^{-3}$ | $\lambda = 5460 \times 10^{-10} m$

$\therefore a = 3.276 \times 10^{-4} m$ | $D = 1m$

ঘ. উদ্দীপকের পরীক্ষণটি পানিতে রেখে করলে ডোরার প্রস্থের পরিবর্তন হত।

আমরা জানি, ডোরা প্রস্থ $= \frac{\lambda D}{2a}$।

উৎস একই হলে আলোর কম্পাংক বাতাস ও পানিতে একই থাকবে, কিন্তু তরঙ্গের বেগ ও তরঙ্গদৈর্ঘ্য পরিবর্তিত হবে।

$f = \frac{C_a}{\lambda_a} = \frac{C_w}{\lambda_w} \Rightarrow \frac{C_a}{C_w} = \frac{\lambda_a}{\lambda_w} \Rightarrow {}_a\eta_w = \frac{\lambda_a}{\lambda_w}$ $\therefore \lambda_w = \frac{\lambda_a}{{}_a\eta_w} = \frac{5460\times10^{-10}}{1.33} m = 4.105 \times 10^{-7} m$

সুতরাং, বাতাসে ডোরা প্রস্থ $= \frac{\lambda_a D}{2a} = 8.33 \times 10^{-4} m$।

পানিতে ডোরা প্রস্থ $= \frac{\lambda_w D}{2a} = 6.265 \times 10^{-4} m$ ∴ ডোরা প্রস্থের পরিবর্তন হত।

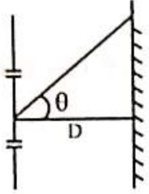
19. বায়ু মাধ্যমে সম্পন্ন দ্বি-চিড় পরীক্ষায় ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য 5400Å। চিড়দ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব 1.5 mm এবং পর্দার দূরত্ব 2.0 m। [BB'19]

(গ) পর্দায় সৃষ্ট 10^{th} উজ্জ্বল ডোরার কৌণিক সরণ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) পরীক্ষণটি পানিতে সম্পন্ন করা হলে ডোরা প্রস্থের কীরূপ পরিবর্তন হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মন্তব্য কর। ৪

উত্তর

গ.



$\Delta x = \frac{n\lambda D}{a}$

উপরের চিত্র হতে, কৌণিক সরণ, $\tan\theta = \frac{n\lambda}{a}$

$\therefore \theta = \tan^{-1}\frac{n\lambda}{a} = \tan^{-1}\frac{10\times5400\times10^{-10}}{1.5\times10^{-3}} = 0.206°$

ঘ. পরীক্ষণটি বাতাসে সম্পন্ন করলে, $\lambda_a = 5400$ Å

এক্ষেত্রে ডোরা প্রস্থ, $w_a = \frac{\lambda_a D}{2a} = 3.6\times10^{-4}$ m

ধরি, পরীক্ষণটি পানিতে সম্পন্ন করলে আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য, λ_w

বাতাসের সাপেক্ষে পানির প্রতিসরাঙ্ক, ${}_a\eta_w = \frac{4}{3}$ $\therefore {}_a\eta_w = \frac{C_a}{C_w} = \frac{f\lambda_a}{f\lambda_w} = \frac{\lambda_a}{\lambda_w} = \frac{4}{3}$ $\therefore \lambda_w = \frac{3}{4}\lambda_a = 4050$ Å

এক্ষেত্রে ডোরার প্রস্থ, $w_w = \frac{\lambda_w D}{2a} = 2.7\times10^{-4}$ m, যা বাতাসে ডোরা প্রস্থের $\frac{2.7\times10^{-4}}{3.6\times10^{-4}} = \frac{3}{4}$ গুণ।

20. সুমি প্রতি সেন্টিমিটারে 6000 দাগবিশিষ্ট অপবর্তন গ্রেটিং-এর 5890Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলোক ফেললো। অপরদিকে রুমি প্রতি সেন্টিমিটারে 1.25×10^5 সংখ্যক দাগবিশিষ্ট অপবর্তন গ্রেটিং-এ 2200 Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো ফেললো। [JB'19]

(গ) সুমির পরীক্ষণে প্রথম চরমের জন্য অপবর্তন কোণ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) রুমির পরীক্ষণে তরঙ্গদৈর্ঘ্যের কীরূপ পরিবর্তন আনলে দ্বিতীয় চরমের জন্য সুমি ও রুমি উভয়ের ক্ষেত্রে অপবর্তন কোণ একই পাওয়া যাবে? গাণিতিক বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ.

$d\sin\theta = n\lambda$

$\therefore \theta = \sin^{-1}\left(\frac{n\lambda}{d}\right) = 20.69°$

$n = 1$

$d = \frac{1}{N} = \frac{1}{6000\text{cm}^{-1}} = 1.667\times10^{-4}\text{cm} = 1.667\times10^{-6}\text{m}$

$\lambda = 5890\times10^{-10}$m

ঘ. ধরি, রুমির ক্ষেত্রে পরিবর্তিত তরঙ্গদৈর্ঘ্য λ_r

$\therefore$ রুমির ক্ষেত্রে, $d_r\sin\theta = 2\lambda_r$ $\therefore \sin\theta = \frac{2\lambda_r}{d_r}$

সুমির ক্ষেত্রে, $\sin\theta = \frac{2\lambda_s}{d_s}$ $\therefore \frac{2\lambda_r}{d_r} = \frac{2\lambda_s}{d_s}$

$\therefore \lambda_r = \lambda_s\times\frac{d_r}{d_s} = 5890\times\frac{\frac{1}{1.25\times10^5}}{\frac{1}{6000}}$Å $= 282.72$Å

$d_s = \frac{1}{N_s} = \frac{1}{6000}$ cm

$d_r = \frac{1}{N_r} = \frac{1}{1.25\times10^5}$ cm

$\lambda_s = 5890$Å

$\lambda_r = ?$

রুমির পরীক্ষণে তরঙ্গদৈর্ঘ্য (5890 − 282.72)Å বা, 5607.28Å কমালে রুমি ও সুমির দ্বিতীয় চরমের অপবর্তন কোণ একই পাওয়া যাবে।

21. ইয়ং-এর দ্বিচিড় পরীক্ষায় চিড় দুটির ব্যবধান 0.4 mm এবং পর্দার দূরত্ব 1 m। 3100 Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো চিড়ের ওপর ফেলা হলে পর্দায় কেন্দ্র হতে ডানে বা বায়ে 12 টি উজ্জ্বল ডোরা দেখা যায়। চিড়ের মধ্যবর্তী ব্যবধান কমানো হলে পর্দায় দৃশ্যমান ডোরার পরিবর্তন হয়। [CB'19]

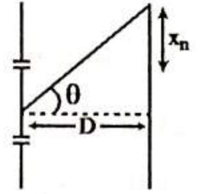
(গ) পর্দায় 12তম উজ্জ্বল ডোরার কৌণিক সরণ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) চিড় দুটির ব্যবধান অর্ধেক করা হলে পূর্ববর্তী 12 টি উজ্জ্বল ডোরার স্থানে পরিবর্তিত ডোরার সংখ্যার কী পরিবর্তন হবে? উদ্দীপকের আলোকে গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও। ৪

উত্তর

গ. কেন্দ্রীয় চরম হতে n তম উজ্জ্বল ডোরার দূরত্ব x_n ও কৌণিক সরণ θ এবং চিড় হতে পর্দার দূরত্ব D হলে,

$\tan\theta = \frac{x_n}{D} = \frac{\frac{n\lambda D}{a}}{D} = \frac{n\lambda}{a}$ $\therefore \theta = \tan^{-1}\frac{n\lambda}{a} = \tan^{-1}\frac{12\times3100\times10^{-10}}{0.4\times10^{-3}} = 0.53°$



ঘ. কেন্দ্রীয় চরম হতে 12 তম উজ্জ্বল ডোরার দূরত্ব $\frac{12\lambda D}{a}$। যেহেতু কেন্দ্রীয় চরমের উভয় পাশে ১২ টি করে উজ্জ্বল ডোরা দেখা যায়। সুতরাং পর্দার উচ্চতা $2\times\frac{12\lambda D}{a}$। ধরা যাক, চিড়দ্বয়ের ব্যবধান অর্ধেক করা হলে কেন্দ্রীয় চরমের উভয় পাশে n টি উজ্জ্বল ডোরা দেখা যাবে। $\therefore 2\times\frac{12\lambda D}{a} = 2\times\frac{n\lambda D}{\frac{a}{2}} \Rightarrow 12 = 2n$

$\therefore n = 6$ ∴ ডোরা সংখ্যা আগের তুলনায় অর্ধেক হয়ে যাবে।

22. ইয়ং-এর দ্বি-চিড় পরীক্ষায় **5000Å** তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো প্রয়োগ করা হলো। চিড়দ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব **0.1mm** এবং চিড় হতে পর্দার দূরত্ব **2m**। **[All B'18]**

(গ) কেন্দ্রীয় উজ্জ্বল ডোরা হতে দশম উজ্জ্বল ডোরার দূরত্ব নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) দশম উজ্জ্বল ডোরা এবং দশম অন্ধকার ডোরার মধ্যকার কৌণিক অবস্থান গাণিতিক বিশ্লেষণসহ তুলনা কর। ৪

উত্তর

গ. দূরত্ব,

$\Delta x = \frac{n\lambda D}{a} = \frac{10\times5000\times10^{-10}\times2}{0.1\times10^{-3}} = 0.1\text{m}$ **(Ans.)**

$n = 10$; তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 5000\times10^{-10}\text{m}$
চিড় হতে পর্দার দূরত্ব, $D = 2\text{m}$
চিড়দ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব, $a = 0.1\times10^{-3}\text{m}$

ঘ. ১০ম উজ্জ্বল ডোরার, কৌণিক অবস্থান, $\theta_1 = \tan^{-1}\frac{n\lambda}{a} = \tan^{-1}\left(\frac{10\times5000\times10^{-10}}{0.1\times10^{-3}}\right) = 2.86°$

১০ম অন্ধকার ডোরার কৌণিক অবস্থান, $\theta_2 = \tan^{-1}\frac{(2n-1)\lambda}{2a} = \tan^{-1}\frac{(2\times10-1)\times5000\times10^{-10}}{2\times.1\times10^{-3}} = 2.72°$

$\therefore \theta_1 > \theta_2$ ∴ ১ম উজ্জ্বল ডোরার কৌণিক অবস্থান ১০ম অন্ধকার ডোরার কৌণিক অবস্থান অপেক্ষা $(2.86-2.72)°$ বা, $0.14°$ বেশি।

23. রায়হান অপটিকস ল্যাবে **600nm** তরঙ্গদৈর্ঘ্যবিশিষ্ট একবর্ণী আলো **2μm** প্রস্থের চিড়বিশিষ্ট একটি অপবর্তন গ্রেটিং-এর উপর লম্বভাবে আপতিত করল। সে ধারণা করেছিল যে সে নয়টি চরম বিন্দু দেখতে পারবে। **[SB'17]**

(গ) ১ম ক্রম চরমগুলোর মধ্যবর্তী কৌণিক দূরত্ব কত? ৩

(ঘ) রায়হানের ধারণা কি সঠিক ছিল? গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে ব্যাখ্যা কর। ৪

উত্তর

গ. রায়হান সাহেবের পরীক্ষাটি হচ্ছে একক চিরের দরুন অপবর্তনের পরীক্ষা।

এখানে, ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 600\text{ nm} = 600\times10^{-9}\text{m} = 6\times10^{-7}\text{m}$

চিরের প্রস্থ, $a = 2\mu\text{m} = 2\times10^{-6}\text{m}$

চরমের ক্রমসংখ্যা, $n = 1$

কৌণিক দূরত্ব, $\theta = ?$

আমরা জানি, একক চিরের দরুন অপবর্তনের চরমের শর্তানুযায়ী, $a\sin\theta = (2n+1)\frac{\lambda}{2}$

বা, $a\sin\theta = (2\times1+1)\,\frac{6\times10^{-7}m}{2}$ বা, $\sin\theta = \frac{18\times10^{-7}m}{2a}$

বা, $\sin\theta = \frac{3\times6\times10^{-7}m}{2\times2\times10^{-6}m}$ বা, $\sin\theta = 0.45$

বা, $\theta = \sin^{-1}(0.45)$ বা, $\theta = 26.74°$

প্রথম চরমগুলোর মধ্যবর্তী কৌণিক দূরত্ব 26.74°।

ঘ. উদ্দীপকের রায়হান অপবর্তনের পরীক্ষায় ধারণা করেছে সে নয়টি চরম বিন্দু পাবে।

এক্ষেত্রে, চরমের শেষে ক্রমসংখ্যা, $n = 9$

আমার জানি, একক চিরের দরুন অপবর্তনের শর্তানুযায়ী, $a\sin\theta = (2n+1)\frac{\lambda}{2}$

বা, $\sin\theta = \frac{(2n+1)\lambda}{2a}$ বা, $\sin\theta = \frac{(2\times9+1)\times6\times10^{-7}}{2\times10^{-6}\times2}$

বা, $\sin\theta = \frac{114\times10^{-7}}{4\times10^{-6}}$

$\therefore \sin\theta = 2.85$ (যা অসম্ভব)

কিন্তু $\sin\theta$ এর সর্বোচ্চ মান 1। অর্থাৎ রায়হান তার পরীক্ষায় নয়টি চরম বিন্দু দেখতে পাবে না। সুতরাং রায়হানের ধারণা সঠিক না।

◆ CQ: বোর্ড স্ট্যান্ডার্ড প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতামূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. **একটি সমতল গ্রেটিং এ চিড়ের স্বচ্ছ এবং অস্বচ্ছ রেখার প্রস্থ যথাক্রমে 1.17mm এবং 1.91mm। গ্রেটিংটিকে 6500Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের একবর্ণী আলো দ্বারা আলোকিত করা হল।**

(গ) দ্বিতীয় ক্রম উজ্জ্বল পট্টির জন্য অপবর্তন কোণ নির্ণয় কর।

(ঘ) গ্রেটিংটি দ্বারা সর্বাধিক কত ক্রমের উজ্জ্বল ডোরা পাওয়া সম্ভব? বিশ্লেষণ কর।

উত্তর

গ. $(a+b)\sin\theta_n = n\lambda \Rightarrow \sin\theta_n = \frac{n\lambda}{a+b} = \frac{2\times6500\times10^{-10}}{(1.17+1.91)\times10^{-3}} = 4.22\times10^{-4}\ \therefore \theta_n = 0.024°$

ঘ. $(a+b)\sin90° = n\lambda\ \therefore n = \frac{a+b}{\lambda} = \frac{(1.17+1.91)\times10^{-3}}{6500\times10^{-10}} = 4738.46 \simeq 4738$

02. **একক চিরের জন্য অপবর্তন পরীক্ষায় 4600Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যরে আলো দিয়ে 0.1 mm প্রস্থের চিরকে আলোকিত করা হল।**

(গ) ২য় ক্রমের উজ্জ্বল পট্টির জন্য অপবর্তন কোণ বের কর।

(ঘ) কেন্দ্রীয় উজ্জ্বল বিন্দু থেকে উভয় পাশে ৩য় ক্রমের অন্ধকার বিন্দুর মধ্যবর্তী কোণের ব্যবধান নির্ণয় কর।

উত্তর

গ. $a\sin\theta = (2n+1)\frac{\lambda}{2} \Rightarrow 0.1\times10^{-3}\sin\theta = 5\times\frac{4600\times10^{-10}}{2}\ \therefore \theta = 0.6589°$

ঘ. $a\sin\theta = n\lambda\ \therefore \theta = \sin^{-1}\frac{n\lambda}{a} = \sin^{-1}\frac{3\times4600\times10^{-10}}{0.1\times10^{-3}} = 0.79°$

$\therefore$ উভয় বিন্দুর কৌণিক ব্যবধান $= 2\theta = 1.58°$

অধ্যায় ০৮ — আধুনিক পদার্থবিজ্ঞানের সূচনা

এই অধ্যায়ের বিগত বছরসমূহের বোর্ড প্রশ্নের বিশ্লেষণ:

বোর্ড	২০২২					২০২১					২০১৯					২০১৮					২০১৭				
	CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ
	ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ	
ঢাকা	1	1	1	1	4	1	1	1	1	2	2	1	1	1	2					2	1	1	1	1	3
রাজশাহী	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2			1	1	2							1	1	1	2
চট্টগ্রাম	1	1	1	1	3	2	1	1	1	5			1	1	3						1	1	1	1	2
সিলেট	1		1	1	4	1	2	1	1	5		2			1							1	1	1	2
বরিশাল	2	1	2	1	4	1	1	1	1	3	1	1	1	1	4	সকল বোর্ড						2	1	1	2
যশোর	2	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	2						1	2	1	1	1
কুমিল্লা	2	1	1	1	3	1	1	1	1	7	1		1	1	1						1		1	1	3
দিনাজপুর	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1			1	1	1						1	1	1	1	1
ময়মনসিংহ	1		1	1	3	2	2	2	2	3															

বি.দ্র.- ২০২০ সালে বোর্ড পরীক্ষা অনুষ্ঠিত হয় নাই এবং ২০১৮ সালে সকল বোর্ডে অভিন্ন প্রশ্ন পদ্ধতিতে পরীক্ষা অনুষ্ঠিত হয়।

গুরুত্বপূর্ণ সংজ্ঞা ও তথ্যাবলি

- গতিশীল বস্তুর গতির দিকে দৈর্ঘ্য সংকোচন ঘটে। যদি পূর্বের দৈর্ঘ্য L_0 এবং পরের দৈর্ঘ্য L হয়, তবে $L < L_0$ হবে।
- গতিশীল অবস্থায় বস্তুর ভর স্থিতিশীল ভরের চেয়ে বেশি হয়। যদি স্থিতিশীল ভর m_0 এবং গতিশীল ভর m হয় তবে $m > m_0$ হবে।
- কাল সংকোচন: গতিশীল কাঠামোর সাপেক্ষে পরিমাপকৃত সময় স্থির কাঠামোর সাপেক্ষে পরিমাপকৃত সময় অপেক্ষা কম হয়। একে কাল সংকোচন বলে। গতিশীল কাঠামোর সাপেক্ষে পর্যবেক্ষণকৃত সময় t এবং স্থিতিশীল কাঠামোর সাপেক্ষে পর্যবেক্ষণকৃত সময় t_0 হলে, $t > t_0$।
- $\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$ কে লরেঞ্জ factor বলা হয় যার মান 1 এর চেয়ে কম।
- সমকালীনতা: দুটি ঘটনা ঠিক একই সময়ে ঘটলে তাকে সমকালীনতা বলে।
- প্ল্যাঙ্কের কৃষ্ণবস্তুর বিকিরণ:
  - ১৯০০ খ্রিষ্টাব্দে ম্যাক্স প্ল্যাঙ্ক কৃষ্ণবস্তুর বিকিরণের মতবাদ প্রতিষ্ঠা করেন।
  - তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে কৃষ্ণবস্তু হতে মোট বিকীর্ণ শক্তি বৃদ্ধি পায়।
  - যে তরঙ্গদৈর্ঘ্যে সর্বোচ্চ পরিমাণ শক্তি বিকীর্ণ হয় তা তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে হ্রাস পায়।
- র‍্যালে-জিনস বা ভিয়েনের শক্তি বণ্টন সূত্রের সাহায্যে ক্ষুদ্র তরঙ্গদৈর্ঘ্যের বিকিরণের শক্তি বণ্টন নির্ণয় করা যায়। কিন্তু আদর্শ বস্তু ক্ষুদ্র ও দীর্ঘ সকল তরঙ্গদৈর্ঘ্যের বিকিরণ নিঃসরণ করে। কৃষ্ণবস্তুর শক্তি বণ্টন ব্যাখ্যার জন্য বিজ্ঞানী প্লাঙ্ক যে তত্ত্ব দেন তাকে তেজকণাবাদ তত্ত্ব বলে।

এক্স-রে / রঞ্জনরশ্মি

(i) ১৮৯৫ খ্রিষ্টাব্দে W.K Roentgen এক্সরে আবিষ্কার করেন।

(ii) এক্সরে: দ্রুতগতিসম্পন্ন ইলেকট্রন কোনো ধাতুকে আঘাত করলে তা থেকে উচ্চ ভেদন ক্ষমতাসম্পন্ন এক প্রকার বিকিরণ উৎপন্ন হয়। এই বিকিরণকে এক্সরে বলে।

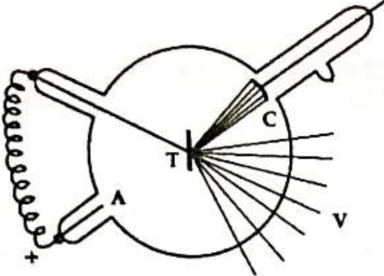
(iii) এক্সরে দুই প্রকার- ১। কোমল এক্সরে ২। কঠিন এক্সরে

(iv) কোমল এক্সরে: X-ray এর তরঙ্গদৈর্ঘ্যের সীমা 0.01Å থেকে 10Å এর মধ্যে। যে সমস্ত X-ray এর তরঙ্গদৈর্ঘ্য 10Å এর কাছাকাছি, ঐ ধরনের X-ray কে কোমল এক্সরে বলে।

(v) কঠিন এক্সরে: নলের ভেতর গ্যাসের চাপ কম হলে অধিক বিভব পার্থক্য প্রয়োগে X-ray রশ্মি উৎপন্ন হয়। এই X-ray কে কঠিন X-ray বলে।

◈ X-ray উৎপাদন: (i) গ্যাস নল পদ্ধতি (ii) কুলীজ নল পদ্ধতি (iii) বিটাট্রন পদ্ধতি।

◈ গ্যাসনল পদ্ধতি:



(i) এখানে, ক্যাথোড C। ক্যাথোডের ঠিক বিপরীতে অ্যানোড A থাকে।

(ii) ক্যাথোডের ঠিক সম্মুখে উচ্চ গলনাঙ্ক বিশিষ্ট বিদ্যুৎদ্বার T থাকে। একে অ্যান্টি ক্যাথোড/টার্গেট বলে যা ক্যাথোড অক্ষের সাথে 45° কোণে সংযুক্ত থাকে।

(iiii) প্রয়োজনীয় সূত্র: $eV = h\nu_{max} = \frac{hc}{\lambda_{min}} \Rightarrow \lambda_{min} = \frac{hc}{eV}$; V= ক্যাথোড ও অ্যানোডের বিভব পার্থক্য

◈ অন্যান্য তথ্য:

(i) এটি তড়িৎ চুম্বকীয় আড় তরঙ্গ।

(ii) এদের তরঙ্গদৈর্ঘ্য 10^{-10}m বা 1Å.

(iii) ভেদন ক্ষমতা অনেক।

(iv) প্রতিপ্রভা সৃষ্টি করে।

(v) প্রতিফলন, প্রতিসরণ, ব্যতিচার, অপবর্তন, ব্যবর্তন ঘটে।

◈ ফটো তড়িৎ ক্রিয়া:

(i) ফটো ইলেকট্রন: আলোকরশ্মি কোনো ধাতব পদার্থে আপতিত হলে ইলেকট্রন নির্গত হয়। নির্গত ইলেকট্রনসমূহকে ফটো ইলেকট্রন বলে এবং এই প্রক্রিয়াকে ফটো ইলেকট্রিক ক্রিয়া বলে।

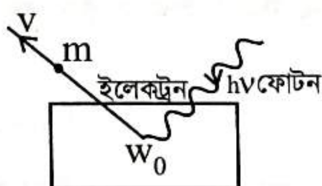
(ii) W. Smith প্রথম আলোক তড়িৎ ক্রিয়া আবিষ্কার করেন।

◈ নিবৃত্তি বিভব: ক্যাথোড প্লেটের সাপেক্ষে অ্যানোড প্লেটে যে ন্যূনতম ঋণাত্মক বিভব দিলে আলোক তড়িৎ প্রবাহমাত্রা তৎক্ষণাৎ বন্ধ হয়ে যায়, সেই বিভবকে নিবৃত্তি বিভব বলা হয়।

◈ কার্য অপেক্ষক: কোনো ধাতব পৃষ্ঠ হতে শূন্য বেগ সম্পন্ন ইলেকট্রন নির্গত করতে যতটুকু শক্তির প্রয়োজন তাকে ঐ ধাতুর কার্য অপেক্ষক বলে।

◈ প্রারম্ভ / সূচন কম্পাঙ্ক: প্রত্যেক ধাতুর ক্ষেত্রে একটি ন্যূনতম কম্পাঙ্ক আছে যার চেয়ে কম কম্পাঙ্ক বিশিষ্ট কোনো আলো ঐ ধাতু থেকে ইলেকট্রন নির্গত করতে পারে না। ঐ ন্যূনতম কম্পাঙ্ককে ঐ ধাতুর প্রারম্ভ/সূচন কম্পাঙ্ক বলে।

◈ প্রয়োজনীয় সূত্র:



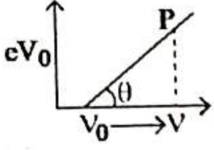
$h\nu = \frac{1}{2}mv_{max}^2 + W_0 \Rightarrow \frac{1}{2}mv_{max}^2 = h\nu - W_0$ [কার্যাপেক্ষক, $W_0 = h\nu_0$]

$\Rightarrow \frac{1}{2}mv_{max}^2 = h\nu - h\nu_0$

◈ ফটো ইলেকট্রিক ক্রিয়া:

সর্বোচ্চ বেগ v_{max} হলে, $\frac{1}{2}mv_{max}^2 = eV_0$

V_0 = নিবৃত্তি বিভব



$h = \tan\theta = \frac{eV_0}{\nu-\nu_0} \Rightarrow eV_0 = h(\nu-\nu_0) \Rightarrow \frac{1}{2}mv_{max}^2 = h\nu - W_0 \cdots\cdots\cdots (i)$

(i) কে আইনস্টাইনের ফটো তড়িৎ ক্রিয়ার সমীকরণ বলে।

◈ এই সমীকরণ থেকে দেখা যায়-

(i) ইলেকট্রন এর গতিশক্তি আপতিত আলোকের কম্পাঙ্কের সমানুপাতিক।

(ii) আলোক কম্পাঙ্ক ν এর মান ক্রমশ হ্রাস পেতে থাকলে ইলেকট্রন এর বেগ হ্রাস পায় এবং একটি ন্যূনতম ν_0 এর জন্য বেগ 0 হয় এবং এর নিচের কম্পাঙ্কে কোনো ফটো ইলেকট্রন নিঃসৃত হয় না।

(iii) আলোক তীব্রতা বৃদ্ধি পেলে ফোটনের সংখ্যা বৃদ্ধি পায় এবং আলোক তড়িৎ প্রবাহ বৃদ্ধি পায়।

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলি

সূত্রাবলি	ব্যবহৃত প্রতীকসমূহ
(i) $L = L_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$	L_0 = নিশ্চল বস্তুর দৈর্ঘ্য
(ii) $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$	m_0 = নিশ্চল বস্তুর ভর
(iii) $t = \frac{t_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$	t_0 = যে কাঠামোতে ঘটনা সংঘটিত হয় সেই কাঠামোর সাপেক্ষে সময়।
(iv) $x' = \frac{x-vt}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$	v = বস্তুর বেগ
(v) $x = \frac{x'+vt'}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$	c = আলোর বেগ
(vi) $t' = \frac{t-\frac{vx}{c^2}}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$	x = স্থির কাঠামোতে x অক্ষ বরাবর সরণ।
(vii) $t = \frac{t'+\frac{vx'}{c^2}}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$	x' = চলমান কাঠামোতে x অক্ষ বরাবর সরণ (অবশ্যই কাঠামোটি সমবেগে চলমান)।
	t = স্থির কাঠামোতে সময়।
	t' = সমবেগে গতিশীল কাঠামোতে সময়।

সহজে মনে রাখার কৌশল

◈ সূত্র Develop এর সময় মনে রাখবে, লরেঞ্জ factor কে এমনভাবে গুণ বা ভাগ করা হয় যাতে $t_0 < t$, $L < L_0$ এবং $m_0 < m$ হয়।

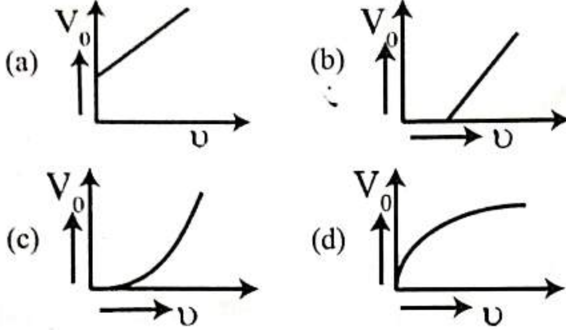
◈ $t = \frac{t_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$ [যেহেতু $t > t_0$, তাই t_0 কে $\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$ দ্বারা ভাগ করলে t_0 এর চেয়ে বড় সংখ্যা আসবে।]

◈ $L = L_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$ [যেহেতু $L < L_0$, তাই L_0 কে $\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$ দ্বারা গুণ করলে L_0 এর চেয়ে ছোট সংখ্যা আসবে।]

বহুনির্বাচনি প্রশ্ন ও সমাধান

MCQ: বিগত বছরসমূহের বোর্ড প্রশ্ন ও সমাধান

01. আলোকতড়িৎ ক্রিয়ায় আপতিত বিকিরণের কম্পাঙ্ক υ-এর সঙ্গে নিবৃত্তি বিভবের পরিবর্তন কোনটি? [DB'22][Ans: b]



02. $\frac{c}{\sqrt{3}}$ বেগে চলমান একটি কণার মোট শক্তি হলো- [DB'22]

(a) $0.173 m_0c^2$ (b) $\sqrt{\frac{3}{2}} m_0c^2$

(c) $\frac{\sqrt{2}}{4} m_0c^2$ (d) $1.732 m_0c$

সমাধান: (b); $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\left(\frac{v}{c}\right)^2}} = \frac{m_0}{\sqrt{1-\left(\frac{\frac{c}{\sqrt{3}}}{c}\right)^2}} = \frac{m_0}{\sqrt{1-\left(\frac{1}{\sqrt{3}}\right)^2}}$

$= \frac{m_0}{\sqrt{\frac{2}{3}}} = \sqrt{\frac{3}{2}} m_0$ ∴ মোট শক্তি, $E = mc^2 = \sqrt{\frac{3}{2}} m_0c^2$

03. এক্স-রে এর একক হলো- [DB'22][Ans: c]

(a) বেকেরেল (b) নিউটন (c) রন্জেন (d) ভোল্ট

04. 1 amu ভরের সমতুল্য শক্তি কত? [DB'22]

(a) 932 MeV (b) 93.2 MeV

(c) 9.32 MeV (d) 0.932 MeV

সমাধান: (a); 1 amu ভরের সমতুল্য শক্তি,

$E_{eq} = mc^2 = (1.66 \times 10^{-27}) \times (3 \times 10^8)^2$

$= 1.494 \times 10^{-10}\, J = 9.3375 \times 10^8 eV$

$= 933.75\, MeV \approx 932\, MeV$

05. মাধ্যমের পরিবর্তন হলে আলোর বৈশিষ্ট্যের কী পরিবর্তন ঘটে? [DB'22][Ans: c]

(a) কম্পাঙ্ক (b) বর্ণ

(c) তরঙ্গদৈর্ঘ্য (d) কোনোটিই না

06. একটি ইলেকট্রন 0.8 c বেগে গতিশীল হলে এর চলমান ভর কত kg? ইলেকট্রনের নিশ্চল ভর $= 9.1 \times 10^{-31}$ kg. [RB'22][Ans: c]

(a) 9.1×10^{-31} (b) 14.22×10^{-31}

(c) 15.17×10^{-31} (d) 32.76×10^{-31}

সমাধান: (c); $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{9.1\times10^{-31}}{\sqrt{1-0.8^2}}$

$= 15.17 \times 10^{-31} kg$

07. ফোটনের ক্ষেত্রে– [RB'22][Ans: d]

(i) স্থির ভর শূন্য (ii) শক্তি hυ

(iii) বেগ $3 \times 10^8\, ms^{-1}$

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

08. মাইকেলসন-মর্লির পরীক্ষার সিদ্ধান্তসমূহ হচ্ছে- [Ctg.B'22] [Ans: c]

(i) ইথার মাধ্যম বলতে এ মহাবিশ্বে কিছু নেই

(ii) গ্যালিলিওর রূপান্তর সঠিক

(iii) আলোর বেগ একটি ধ্রুব রাশি যা কোনো পর্যবেক্ষকের উপর নির্ভরশীল নয়

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

09. Intermediate Vector boson কোন মৌলিক বলের ক্ষেত্রকণার নাম? [Ctg.B'22][Ans: b]

(a) সবল নিউক্লিয় বল (b) দুর্বল নিউক্লিয় বল

(c) মহাকর্ষ বল (d) তড়িৎ চুম্বকীয় বল

10. আলোক তড়িৎ ক্রিয়ার বৈশিষ্ট্য হলো– [Ctg.B'JB.'22] [Ans: a]

(i) এটি একটি তাৎক্ষণিক ঘটনা

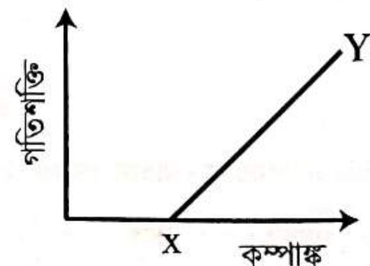
(ii) ফটো ইলেকট্রনের গতিশক্তি আপতিত আলোর কম্পাঙ্কের সমানুপাতিক

(iii) ফটোতড়িৎ প্রবাহের মান আপতিত আলোর তীব্রতার ব্যস্তানুপাতিক

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

11. ফটোতড়িৎ ক্রিয়ায় নিচের XY গ্রাফের ঢাল কোন রাশি নির্দেশ করে? [SB'22,CB'19][Ans: c]



(a) নিবৃত্তি বিভব (b) কার্যঅপেক্ষক

(c) প্ল্যাঙ্কের ধ্রুবক (d) সূচন কম্পাঙ্ক

12. নিউক্লিয় বলের বৈশিষ্ট্য- [SB'22][Ans: c]
(i) বেশি পাল্লা (ii) আকর্ষণধর্মী (iii) স্বল্প পাল্লা
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

13. কোনটি সর্বাপেক্ষা দুর্বল বল? [SB'22][Ans: a]
(a) মহাকর্ষ বল (b) নিউক্লিয় দুর্বল বল
(c) তাড়িত চৌম্বকীয় বল (d) নিউক্লিয় সবল বল

14. ফোটন কণার ক্ষেত্রে তথ্য প্রযোজ্য– [SB'22][Ans: d]
(i) স্থিতিভর অসীম (ii) চার্জহীন
(iii) ভরবেগ $p = \frac{h}{\lambda}$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) ii (c) iii (d) ii, iii

15. ফটোইলেকট্রিক ক্রিয়ায় ফটোইলেকট্রনের গতিশক্তি নির্ভর করে আপতিত আলোকের কীসের উপর? [BB'22]
(a) তীব্রতা (b) কম্পাঙ্ক (c) ভর (d) বেগ
সমাধান: (b); $E_k = h\nu - h\nu_0 = h(\nu - \nu_0)$

16. 1.6×10^6 eV গতিশক্তি সম্পন্ন ইলেকট্রনের ভর কত? [BB'22]
(a) 3.75×10^{-31} kg (c) 9.1×10^{-31} kg
(c) 9.75×10^{-31} kg (d) 37.54×10^{-31} kg
সমাধান: (d); $E_k = mc^2 - m_0c^2$

$$1.6\times10^6\times1.6\times10^{-19} = m_0c^2\left(\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - 1\right)$$

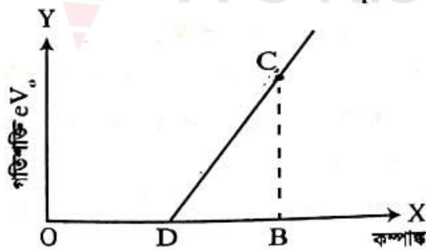
$$\Rightarrow \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = 1 + \frac{1.6\times10^6\times1.6\times10^{-19}}{9.1\times10^{-31}\times(3\times10^8)^2}$$

$$\Rightarrow \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} = \frac{1}{4.125} \therefore v = 0.97\,c$$

$$\therefore m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{9.1\times10^{-31}}{\sqrt{1-(0.97)^2}} = 37.54\times10^{-31}\text{ kg}$$

17. আপেক্ষিক তত্ত্ব অনুসারে নিচের কোনটি পরিবর্তনশীল নয়? [BB'22][Ans: c]
(a) ভর (c) সময় (c) আলোর দ্রুতি (d) দৈর্ঘ্য

18. [BB'22][Ans: d]



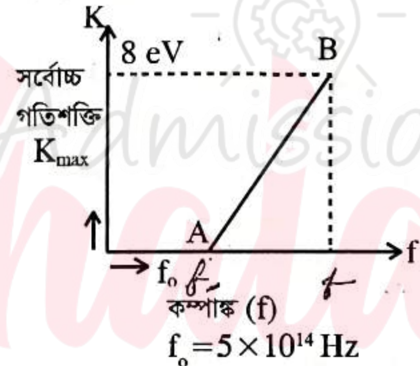
চিত্রের ফটোইলেকট্রন ক্রিয়ার $\frac{BC}{BD}$ কে প্রকাশ করা হয়-
(a) নিবৃত্তি বিভব (b) কার্যাপেক্ষক
(c) তরঙ্গদৈর্ঘ্য (d) প্ল্যাঙ্কের ধ্রুবক
সমাধান: (d); $E = h\nu \Rightarrow h = \frac{E}{\nu} = \frac{BC}{BD}$

19. আলোক তড়িৎ ক্রিয়ায়- [CB'22][Ans: c]
(i) আপতিত আলোর কম্পাঙ্ক সূচন কম্পাঙ্কের চেয়ে কম হলেই কেবল Electron নির্গমন ঘটে
(ii) আলোর কম্পাঙ্ক বাড়ালে নিবৃত্তি বিভব বৃদ্ধি পায়
(iii) আলোর বর্ণ পরিবর্তনের সাথে নির্গত ইলেকট্রনের শক্তির সম্পর্ক রয়েছে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

20. X-ray এর একটি ফোটনের কম্পাঙ্ক 4×10^{15} Hz হলে এর শক্তি কত হবে? [CB'22]
(a) 26.52×10^{-34} জুল (b) 26.52×10^{-19} জুল
(c) 26.52×10^{19} জুল (d) 26.52×10^{-40} জুল
সমাধান: (b); $E = h\upsilon = 6.63\times10^{-34}\times4\times10^{15}$
$= 26.52\times10^{-19}$ J

21. কোনো ধাতুর কার্য অপেক্ষকের সমান শক্তির একটি ফোটন আপতিত হলে নির্গত ইলেকট্রনের গতিশক্তি- [CB'22][Ans: a]
(a) শূন্য (b) অসীম
(c) আপতিত ফোটনের শক্তির সমান
(d) কার্য অপেক্ষকের সমান

উদ্দীপকটি লক্ষ্য কর এবং পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
নিচের লেখচিত্র ফটোতড়িৎ ক্রিয়ায় কম্পাঙ্ক ও গতিশক্তির সম্পর্ক প্রকাশ করে।



22. উদ্দীপকে কার্যাপেক্ষক এর মান কত? [Din.B'22]
(a) 1.2×10^{-19} J (b) 1.9×10^{-19} J
(c) 3.3×10^{-19} J (d) 3.9×10^{-19} J
সমাধান: (c); $\phi = hf_0 = 6.63\times10^{-34}\times5\times10^{14}$
$= 3.3\times10^{-19}$J

23. উদ্দীপকে আপতিত আলোর কম্পাঙ্ক হল- [Din.B'22]
(a) 2.43×10^{15} Hz (b) 2.22×10^{15} Hz
(c) 2.11×10^{15} Hz (d) 1.43×10^{15} Hz
সমাধান: (a); $hf = \phi + 8$eV
$= (3.3\times10^{-19} + 8\times1.6\times10^{-19})$J
$\Rightarrow hf = 16.1\times10^{-19} \therefore f = \frac{16.1\times10^{-19}}{6.63\times10^{-34}}$
$= 2.43\times10^{15}$Hz

24. আপেক্ষিকতার তত্ত্ব অনুসারে- [Din.B'22][Ans: b]
(i) $t = \frac{t_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$ (ii) $L = \frac{L_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$
(iii) $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

নিচের উদ্দীপক হতে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
এক গুচ্ছ এক্স রশ্মির প্রতিটি ফোটনের কম্পাঙ্ক 3×10^{17} Hz.

25. ফোটনটির শক্তি কত? [MB'22]
(a) 1.989×10^{-16} J (b) 2.89×10^{-16} J
(c) 19.89×10^{-16} J (d) 91.98×10^{-16} J
সমাধান: (a); $E = h\nu = 6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{17}$
$= 1.989 \times 10^{-16}$ J

26. উদ্দীপকে উল্লিখিত ফোটনের– [MB'22]
(i) বেগ 3×10^8 ms^{-1} (ii) তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 10 Å
(iii) ভরবেগ 6.63×10^{-25} kgms^{-1}
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii
সমাধান: (d); বেগ, $c = 3 \times 10^8$ ms^{-1}; তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{3\times10^8}{3\times10^{17}} = 1 \times 10^{-9}$m = 10Å; ভর বেগ,
$p = \frac{h}{\lambda} = \frac{6.63\times10^{-34}}{10\times10^{-10}} = 6.63 \times 10^{-25}$ kgms^{-1}

27. বিশেষ আপেক্ষিক তত্ত্বানুসারে– [MB'22][Ans: a]
(i) আলোর বেগে গতিশীল কাঠামোতে সময় অসীম।
(ii) আলোর বেগে চলমান বস্তুর দৈর্ঘ্য শূন্য।
(iii) আলোর বেগে চলমান বস্তুর ভর শূন্য।
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

28. আপেক্ষিক তত্ত্ব অনুসারে গতিশীলতার দরুন– [DB'21]
(a) দৈর্ঘ্য হ্রাস পায় (b) ভর হ্রাস পায় [Ans: a]
(c) দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পায় (d) সময় সংকুচিত হয়

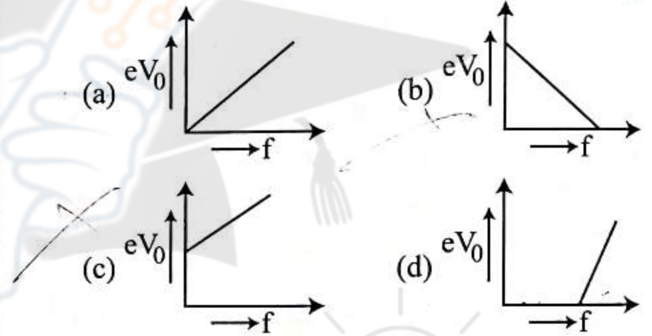
29. একটি কাল্পনিক ট্রেনের প্রকৃত দৈর্ঘ্য 80m এবং রেলস্টেশন প্লাটফর্মের প্রকৃত দৈর্ঘ্য 100m। ট্রেনটি এত বেগে প্লাটফর্মটি অতিক্রম করে গেল যে, অতিক্রমকালে ট্রেন ও প্লাটফর্মের দৈর্ঘ্য সমান হয়ে গিয়েছিল। ট্রেনটির বেগ কত ছিল? [DB'21][Ans: c]
(a) $\sqrt{5}c$ (b) $\frac{5}{3}c$ (c) $\frac{3}{5}c$ (d) $\frac{c}{\sqrt{5}}$
[Note: প্রশ্নে ভুল আছে। 80 এর পরিবর্তে 100 এবং 100 এর পরিবর্তে 80 হবে। উত্তর ঠিক আছে। কারণ দৈর্ঘ্য সংকোচন ঘটে ট্রেনের।]

30. m_0 স্থির ভরসম্পন্ন একটি বস্তু যদি আলোর বেগে ধাবিত হয় তাহলে তার ভর হবে– [RB'21][Ans: d]
(a) 0 (b) m_0 (c) $2m_0$ (d) ∞

31. 30m দৈর্ঘ্যের কোনো বস্তু স্থির অবস্থা থেকে 0.5c বেগে চলতে শুরু করলে গতিশীল অবস্থায় বস্তুর আপাত দৈর্ঘ্য কত হবে? [RB'21][Ans: a]
(a) 25.98m (b) 26.83m (c) 33.54m (d) 34.60m

32. প্লাংকের ধ্রুবকের একক নিচের কোন রাশির এককের সমান? [Ctg.B'21]
(a) ভরবেগ (b) শক্তি
(c) কৌণিক ভরবেগ (d) কম্পাঙ্ক
সমাধান (c); $mvr = \frac{nh}{2\pi}$

33. নিচের কোন লেখচিত্রটি বিকিরণের কম্পাঙ্কের সাথে ফটোইলেকট্রনের সর্বাধিক পরিবর্তন নির্দেশ করে?[Ctg.B'21]



সমাধান (d); $hf = eV_0 + hf_0$

34. দৈর্ঘ্যের আপেক্ষিকতা থেকে আমরা জানি– [Ctg.B'21]
(i) $L = \frac{L_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$ (ii) $L = L_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$ [Ans: c]
(iii) $L_0 = \frac{L}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

35. একজন মহাশূন্যচারী A এর ভর 60kg এবং বয়স 30 বছর। সে 2.4×10^8 ms^{-1} বেগে গতিশীল মহাশূন্যযানে চড়ে ছায়াপথ অনুসন্ধানে গেল। পঞ্জিকা অনুসারে তার যমজ ভাই B এর বয়স যখন 80 বছর হলো তখন সে পৃথিবীতে ফিরে এলো। মহাশূন্যযানে A এর ভর কত হবে? [Ctg.B'21]
(a) 90 kg (b) 100 kg (c) 110 kg (d) 120 kg
সমাধান (b); $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{60}{\sqrt{1-\left(\frac{2.4\times10^8}{3\times10^8}\right)^2}} = 100$ kg

36. কম্পটন ক্রিয়া কোন তত্ত্বের সাহায্যে ব্যাখ্যা করা হয়? [Ctg.B'MB'21][Ans: c]
(a) কণা তত্ত্ব (b) তরঙ্গ তত্ত্ব
(c) কোয়ান্টাম তত্ত্ব (d) তড়িৎচুম্বক তত্ত্ব

37. কোনো কণার গতিশক্তি স্থির অবস্থার শক্তির 4 গুণ। গতিশীল ভর m এবং স্থির ভর m_0 হলে নিচের কোনটি সঠিক? **[SB'21][Ans: c]**
(a) $m = 3\,m_0$ (b) $m = 4\,m_0$
(c) $m = 5\,m_0$ (d) $m = 8\,m_0$

38. আলোর দ্রুতিতে গতিশীল একটি রকেটের দৈর্ঘ্য- **[SB'21][Ans: b]**
(a) অর্ধেক (b) শূন্য (c) দ্বিগুণ (d) অসীম

39. কোনো রকেটের গতিশীল দৈর্ঘ্য ও স্থির দৈর্ঘ্যের অনুপাত 1:3। রকেটের বেগ হল- **[SB'21][Ans: d]**
(a) $0.94 \times 10^8\ ms^{-1}$ (b) $1.73 \times 10^8\ ms^{-1}$
(c) $2.65 \times 10^8\ ms^{-1}$ (d) $2.83 \times 10^8\ ms^{-1}$

40. ত্বরণযুক্ত প্রসঙ্গ কাঠামোকে বলে- **[SB'21][Ans: c]**
(a) গ্যালিলিও প্রসঙ্গ কাঠামো (b) জড় প্রসঙ্গ কাঠামো
(c) অজড় প্রসঙ্গ কাঠামো (d) নিউটনীয় প্রসঙ্গ কাঠামো

41. S' জড় প্রসঙ্গ কাঠামো, S জড় প্রসঙ্গ কাঠামোর সাপেক্ষে v ধ্রুব বেগে গতিশীল। উভয় কাঠামোর পর্যবেক্ষক কোনো বাতির আলোর দ্রুতি নির্ণয় করলেন যথাক্রমে c' ও c।
c' ও c এর সম্পর্ক হবে- **[SB'21][Ans: a]**
(a) $c' = c$ (b) $c' = c - v$
(c) $c' = c + v$ (d) $c' = \frac{c}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$

42. গ্যালিলিও রূপান্তরে- **[BB'21][Ans: b]**
(i) নিউটনীয় বলবিদ্যার সমীকরণের রূপ অপরিবর্তিত থাকে
(ii) তড়িৎচুম্বকীয় তত্ত্বের সমীকরণ রূপ পরিবর্তিত হয়
(iii) আইনস্টাইনের দ্বিতীয় স্বীকার্য লঙ্ঘিত হয়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

43. m_0 স্থির ভর সম্পন্ন কোনো বস্তুকণার $\frac{c}{\sqrt{2}}$ বেগে গতিশীল অবস্থায় ভরবেগ- **[BB'JB'21][Ans: c]**
(a) 0 (b) $\frac{1}{\sqrt{2}} m_0c$ (c) m_0c (d) $2\,m_0c$
সমাধান: **(c)**; $P = mv = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \times \frac{c}{\sqrt{2}} = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{1}{2}}} \times \frac{c}{\sqrt{2}}$
$= \frac{\sqrt{2}m_0c}{\sqrt{2}} = m_0c$

44. 0.98c বেগে গতিশীল কাঠামো হতে পরিমাপকৃত সময় স্থির অবস্থায় পরিমাপকৃত সময়ের- **[BB'21]**
(a) 0.2 গুণ (b) 0.98 গুণ (c) 1.02 গুণ (d) 5 গুণ
সমাধান: **(d)**; $t = \frac{t_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow t = 5.025 \times t_0$

45. গ্যালিলিও রূপান্তরে- **[JB'21][Ans: a]**
(i) সময় পর্যবেক্ষণ নির্ভর নয়
(ii) নিউটনিয়ান বলবিদ্যার সমীকরণের রূপ অপরিবর্তিত থাকে
(iii) তড়িৎ চুম্বকীয় সমীকরণের রূপ অপরিবর্তিত থাকে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

46. 0.5c বেগে গতিশীল একটি মিটার স্কেলের দৈর্ঘ্য কত হবে?
(a) 200 cm (b) 115.47 cm **[JB'21]**
(c) 100 cm (d) 86.6 cm
সমাধান **(d)**; $\ell = 1\sqrt{1-0.5^2}$
$= 0.8660\ m = 86.6\ cm$

47. একটি ইলেকট্রনের নিশ্চল ভর 9.1×10^{-31} kg। গতিশীল করায় ইলেকট্রনটির ভর হলো 2.09×10^{-30} kg। ইলেকট্রনের গতিশক্তি কত? **[CB'21]**
(a) 0.819×10^{-13} J (b) 1.062×10^{-13} J
(c) 1.881×10^{-13} J (d) 2.7×10^{-13} J
সমাধান: **(b)**; ইলেকট্রনের গতিশক্তি $= mc^2 - m_0c^2$
$= (2.09 \times 10^{-30} - 9.1 \times 10^{-31})c^2$
$= 1.062 \times 10^{-13}$ J

48. আপেক্ষিক তত্ত্বানুসারে- **[CB'21][Ans: d]**
(i) গতিশীল ঘড়ি, নিশ্চল ঘড়ির চেয়ে ধীরে চলে
(ii) কোনো দণ্ডের গতিশীল অবস্থার দৈর্ঘ্য দণ্ডটির নিশ্চল অবস্থার দৈর্ঘ্যের চেয়ে ছোট হবে
(iii) কোনো বস্তু আলোর বেগের সমান বেগে চলতে পারে না
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

49. 1000 g ভরের সমতুল্য শক্তি কত? **[CB'21]**
(a) 10×10^{16} J (b) 9×10^{16} J
(c) 3.1×10^{16} J (d) 1.6×10^{-16} J
সমাধান: **(b)**; $E = mc^2 = (1000 \times 10^{-3})$
$(3 \times 10^8)^2 = 9 \times 10^{16}$ J

50. কোনো কণার গতিশক্তি এর স্থিরাবস্থার শক্তির দ্বিগুণ। কণাটির গতিশীল ভর স্থির ভরের- **[CB'21]**
(a) দ্বিগুণ (b) তিন গুণ (c) চার গুণ (d) নয় গুণ
সমাধান: **(b)**; গতিশক্তি $= mc^2 - m_0c^2$
স্থিরাবস্থায় শক্তি $= m_0c^2$
অথবা, $mc^2 - m_0c^2 = 2m_0c^2 \Rightarrow m = 3m_0$

51. স্থির কাঠামোর তুলনায় গতিশীল কাঠামোতে ঘড়ি- **[CB'21]** **[Ans: a]**
(a) ধীরে চলে (b) দ্রুত চলে
(c) একই থাকে (d) দ্বিগুণ দ্রুত চলে

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও: 60 kg ভরের একজন লোক 0.8c বেগে চলমান রকেটে চড়ে 500 m দৈর্ঘ্যের একটি মাঠ অতিক্রম করলো।

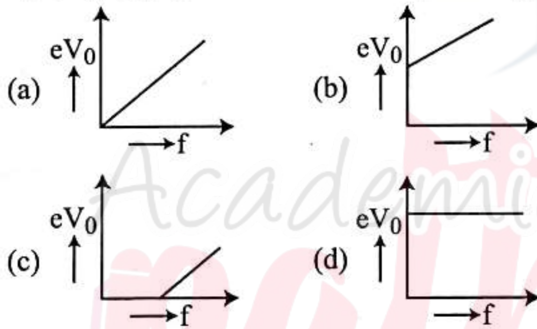
52. রকেটের লোকটি মাঠের দৈর্ঘ্য পরিমাপ করবে- [CB'21]
(a) 300 m (b) 400 m (c) 625 m (d) 833 m
সমাধান: (a); $L = L_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$
$= 500\sqrt{1-\frac{(0.8c)^2}{c^2}} = 300$ m

53. ঐ মাঠে অবস্থিত একজন পর্যবেক্ষক লোকটির ভর পরিমাপ করবে- [CB'21]
(a) 36 kg (b) 60 kg (c) 75 kg (d) 100 kg
সমাধান: (d); $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{60}{\sqrt{1-\frac{(0.8c)^2}{c^2}}} = 100$ kg

54. eV কোন রাশির একক? [Din.B'21][Ans: c]
(a) তড়িৎ বিভবের (b) তড়িৎ প্রাবল্যের
(c) শক্তির (d) চার্জের

55. ফোটনের ভরবেগ– [MB'21,CB'17][Ans: c]
(a) $p=\frac{\lambda}{h}$ (b) $p=\frac{c}{e}$ (c) $p=\frac{h}{\lambda}$ (d) $p=\frac{h}{c}$

56. নিচের কোন লেখটি আইনস্টাইনের ফটোতড়িৎ সমীকরণের সঠিক ব্যাখ্যা দেয়? [MB'21][Ans: c]

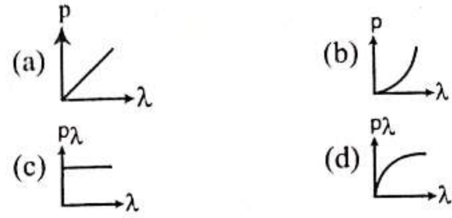


$f \rightarrow$ কম্পাঙ্ক, $eV_0 \rightarrow$ ইলেকট্রনের গতিশক্তি।

57. 100 m বাহুবিশিষ্ট একটি বর্গাকার মাঠের দৈর্ঘ্য বরাবর একটি নভোযান 0.9c বেগে চললে নভোযানের কোনো যাত্রী মাঠটির ক্ষেত্রফল কত পরিমাপ করবে? [DB'19]
(a) 43.59 m^2 (b) 229.42 m^2
(c) 4359 m^2 (d) 22942 m^2
সমাধান: (c); দৈর্ঘ্য বরাবর নভোযানের বেগ, $v_x = 0.9$ c। যেহেতু বর্গাকার মাঠে দৈর্ঘ্য বরাবর যাচ্ছে, তাই সঙ্গত কারণেই প্রস্থের উপর কোনো প্রভাব পড়বে না। প্রস্থ অপরিবর্তিত থাকবে।

$\therefore$ দৈর্ঘ্য, $l' = l_0\sqrt{1-\left(\frac{v_x}{c}\right)^2}$
$= 100\sqrt{1-0.9^2}$ m $= 43.59$m
$\therefore$ ক্ষেত্রফল $= l'b' = (43.59 \times 100)m^2 = 4359\ m^2$

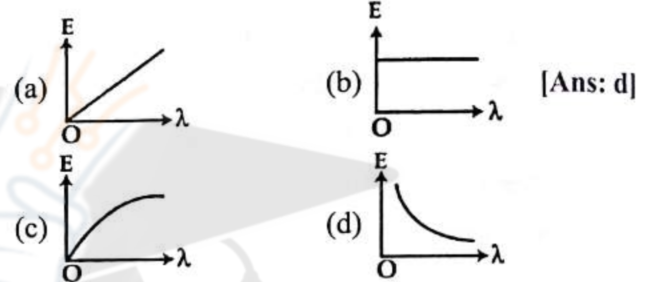
58. ডি-ব্রগলির প্রস্তাব অনুসারে নিচের কোন লেখটি সঠিক?[DB'19]



সমাধান: (c); $p = \frac{h}{\lambda}$ $\therefore p\lambda = h =$ const.

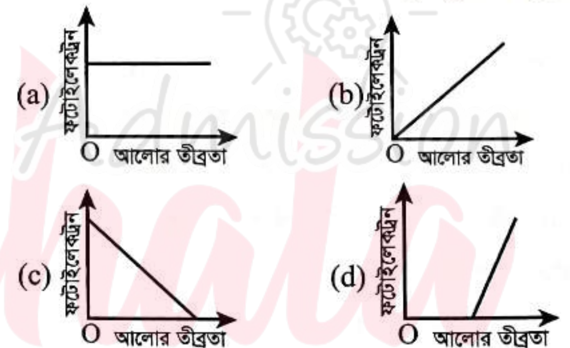
59. 'শক্তিরও কণা ধর্ম আছে' এই ধারণার প্রবক্তা কে? [Ans: a]
(a) ম্যাক্স প্ল্যাঙ্ক (b) নিউটন [RB'19]
(c) আইনস্টাইন (d) ডি-ব্রগলি

60. নিচের কোনটি একটি ফোটন কণার $E - \lambda$ গ্রাফ? [RB'19]



সমাধান: (d); $E = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow E \propto \frac{1}{\lambda}$

61. আলোক তড়িৎ ক্রিয়ায় আপতিত আলোকের তীব্রতা ও ফটোইলেকট্রন নিঃসরণের হারের মধ্যে নিম্নের কোন লেখচিত্রটি সঠিক? [Ctg.B'19][Ans: b]



নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও : একটি ইলেকট্রনের নিশ্চল ভর $m_0 = 9.1 \times 10^{-31}$ kg। ইলেকট্রনটি 0.6 c দ্রুতিতে গতিশীল।

62. উদ্দীপক অনুসারে ইলেকট্রনটির নিশ্চল শক্তি কত? [Ctg.B'19]
(a) 8.19×10^{-14}J (b) 4.095×10^{-14}J
(c) 5.12×10^{-14}J (d) 10.23×10^{-14}J
সমাধান: (a); $E_0 = m_0c^2 = 8.19 \times 10^{-14}$J

63. উদ্দীপক অনুসারে চলমান ভর ও নিশ্চল ভরের অনুপাত কত? [Ctg.B'19]
(a) 0.8 : 1 (b) 1.25 : 1 (c) 1.56 : 1 (d) 1.58 : 1
সমাধান: (b); $\frac{E}{E_0} = \frac{mc^2}{m_0c^2} = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = 1.25$

64. 0.8c বেগে গতিশীল একটি রকেটের অবস্থার দৈর্ঘ্য এর স্থির দৈর্ঘ্যের – [SB'19]
(a) 0.45 গুণ (b) 0.6 গুণ (c) 0.8 গুণ (d) 1.67 গুণ
সমাধান: (b); $L = L_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} = 0.6\ L_0$

65. নিউক্লীয় বল সম্পর্কে নিচের কোনটি সঠিক নয়? [BB'19] [Ans: c]
(a) চার্জ অনির্ভর (b) সম্পৃক্তধর্মী
(c) বৃহৎ পাল্লাসম্পন্ন (d) সবচেয়ে শক্তিশালী বল

66. 1 gm ভরকে সম্পূর্ণরূপে শক্তিতে রূপান্তরিত করলে শক্তির মোট পরিমাণ কত জুল হবে? [BB'19][Ans: a]
(a) $0.001\ c^2$ (b) $0.01\ c^2$
(c) $0.1\ c^2$ (d) $1.0\ c^2$

67. ফটোইলেকট্রন নির্গমনের ক্ষেত্রে কোন বৈশিষ্ট্যটি প্রযোজ্য নয়? [BB'19][Ans: c]
(a) এটি একটি তাৎক্ষণিক ঘটনা
(b) এটি নির্গমনের জন্য একটি ন্যূনতম কম্পাঙ্ক থাকে
(c) বিভিন্ন ধাতুর জন্য ন্যূনতম কম্পাঙ্ক একই থাকে
(d) এর সর্বোচ্চ গতিশক্তি আপতিত রশ্মির কম্পাঙ্কের সমানুপাতিক

68. কোনো বস্তু আলোর বেগে চললে কোনো স্থির কাঠামোর সাপেক্ষে তার – [BB'19]
(i) ভর অসীম হবে (ii) দৈর্ঘ্য অসীম হবে
(iii) ঘনত্ব অসীম হবে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii
সমাধান: (b); $v = c$ হলে $\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} = 0 \therefore m = \frac{m_0}{0}$
$= \infty,\ L = L_0 \times 0 = 0 \therefore P = \frac{m}{AL} = \infty$

69. ফটো-ইলেকট্রন নির্গমনের ক্ষেত্রে- [JB'19][Ans: a]
(i) আপতিত ফোটনের কম্পাঙ্ক সূচন কম্পাঙ্কের চেয়ে বড়
(ii) আপতিত ফোটনের শক্তি কার্য অপেক্ষকের চেয়ে বড়
(iii) আপতিত ফোটনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য সূচন তরঙ্গদৈর্ঘ্যের চেয়ে বড়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

70. 10 কিলোগ্রাম ভরের পদার্থ হতে কী পরিমাণ শক্তি উৎপাদিত হবে? [JB'19]
(a) 4.5×10^{16} J (b) 9×10^{16} J
(c) 4.5×10^{17} J (d) 9×10^{17} J
সমাধান: (d); $E = mc^2 = 9 \times 10^{17}$J

71. ফোটনের শক্তি – [Din.B'19][Ans: a]
(i) $E = h\upsilon$ (ii) $E = \frac{hc}{\lambda}$ (iii) $E = \frac{h\lambda}{c}$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

72. একটি রকেট কত দ্রুতিতে চললে এর দৈর্ঘ্য আদি দৈর্ঘ্যের এক-চতুর্থাংশ হবে? [All B'18]
(a) $3 \times 10^8 ms^{-1}$ (b) $2.99 \times 10^8 ms^{-1}$
(c) $2.92 \times 10^8 ms^{-1}$ (d) $2.90 \times 10^8 ms^{-1}$
সমাধান: (d); $v = \sqrt{1-\left(\frac{1}{4}\right)^2}\ c = 2.9 \times 10^8 ms^{-1}$

73. $E_\lambda \propto T^4$ সূত্রটি প্রদান করেন- [All B'18][Ans: c]
(a) র‍্যালে-জিন্স (b) প্লাংক
(c) স্টিফান (d) ভীন

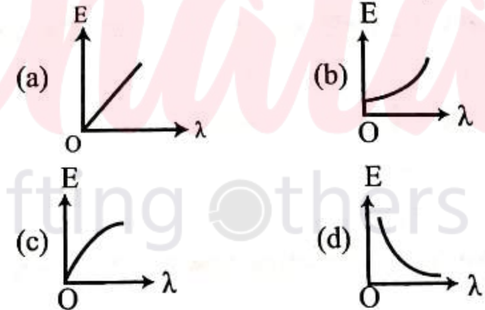
নিচের তথ্য অনুসারে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
6630Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের ফোটন সোডিয়াম পাতে আপতিত হল। সোডিয়ামের সূচন তরঙ্গদৈর্ঘ্য 6800Å এবং প্ল্যাঙ্কের ধ্রুবক $h = 6.63 \times 10^{-34}$J-s

74. ফোটনের শক্তি কত? [DB'17]
(a) 2×10^{-19}J (b) 3×10^{-19}J
(c) 4×10^{-19}J (d) 5×10^{-19}J
সমাধান: (b); শক্তি $= \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.63\times10^{-34}\times3\times10^8}{6630\times10^{-10}}$
$= 3 \times 10^{-19}$J

75. সোডিয়ামের কার্য অপেক্ষক কত হবে? [DB'17]
(a) 2×10^{-19}J (b) 2.235×10^{-19}J
(c) 2.925×10^{-19}J (d) 3.5×10^{-19}J
সমাধান: (c); কার্য অপেক্ষক $= \frac{hc}{\lambda_0}$
$= \frac{6.634\times10^{-34}\times3\times10^8}{6800\times10^{-10}} = 2.925 \times 10^{-19}$J

76. 1 eV সমান কত জুল? [DB'17] [Ans. d]
(a) 6.7×10^{-34} জুল (b) 9.1×10^{-31} জুল
(c) 1.6×10^{-31} জুল (d) 1.6×10^{-19} জুল

77. ফোটনের শক্তি (E) বনাম তরঙ্গদৈর্ঘ্যের লেখ কোনটি? [RB'17][Ans. d]



78. স্থির কাঠামো S_1 হতে কাঠামো S_2, $\frac{c}{3}ms^{-1}$ ধ্রুব দ্রুতিতে সরে যাচ্ছে । যদি S_1 কাঠামোর পর্যবেক্ষক আলোক ছটা নির্গত করে তাহলে S_2 কাঠামোর পর্যবেক্ষক কর্তৃক পরিমাপকৃত আলোর দ্রুতি কত হবে? [RB'17]
(a) $\frac{c}{3}ms^{-1}$ (b) $\left(c-\frac{c}{3}\right)ms^{-1}$
(c) $\left(c+\frac{c}{3}\right)ms^{-1}$ (d) $c\ ms^{-1}$
সমাধান: (d); আলোর বেগ ধ্রুবক।

79. 'একটি কণার অবস্থান ও ভরবেগ একই সাথে জানা অসম্ভব'-এটি কোন বিজ্ঞানীর তত্ত্ব? [Ctg.B'17][Ans. a]
(a) হাইজেনবার্গ (b) দ্য ব্রগলী
(c) ম্যাক্সওয়েল (d) নিউটন

80. শূন্য মাধ্যমে আলোর বেগ C হলে কোনটি সঠিক? [Ctg.B'17][Ans. b]
(a) $C = \sqrt{\epsilon_0 \mu_0}$ (b) $C = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}$
(c) $C = \sqrt{\frac{\epsilon_0}{\mu_0}}$ (d) $C = \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}}$

81. কম্পটন তরঙ্গদৈর্ঘ্যের মান সর্বোচ্চ হয় যখন বিক্ষিপ্ত ফোটনের বিক্ষেপণ কোণ– [SB'17][Ans. d]
(a) 0° (b) 45° (c) 90° (d) 180°

82. m_o স্থির ভরের কোনো কণার গতিশীল ভর m, কণার গতিশক্তি স্থির অবস্থার শক্তির 3 গুণ। নিচের কোন সম্পর্ক সঠিক? [SB'17][Ans. a]
(a) $m = 4m_o$ (b) $m = 3m_o$
(c) $m = 2m_o$ (d) $m = m_o$

83. দ্য ব্রগলি তরঙ্গদৈর্ঘ্য λ এর সমান কোনটি? [BB'17][Ans. c]
(a) $\frac{p}{h}$ (b) $\frac{p}{f}$ (c) $\frac{h}{p}$ (d) $\frac{f}{p}$

84. আলোক তড়িৎ ক্রিয়া পরীক্ষার পর্যবেক্ষণ হল- [BB'17][Ans. b]
(i) তাপমাত্রা বেশি হলে আলোক তড়িৎ নিঃসরণ বেশি হয়
(ii) এটি একটি তাৎক্ষণিক ঘটনা
(iii) আলোর তীব্রতা বেশি হলে নির্গত ইলেকট্রন সংখ্যা বেশি হয়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

85. তরঙ্গদৈর্ঘ্য λ এবং ফোটনের শক্তি E এর মধ্যে সম্পর্ক– [BB'17][Ans: b]
(a) $E = \frac{hc}{\lambda^2}$ (b) $E = \frac{hc}{\lambda}$ (c) $E = \frac{h\lambda}{c}$ (d) $E = \frac{h\lambda^2}{c}$

86. 1.5eV কার্যাপেক্ষক বিশিষ্ট একটি ধাতব পৃষ্ঠের উপর 3eV শক্তিসম্পন্ন একটি ফোটন আপতিত হলে নির্গত আলোক ইলেকট্রনের সর্বোচ্চ গতিশক্তি কত হবে? [CB'17]
(a) 0.5eV (b) 1.5eV (c) 2eV (d) 4.5eV
সমাধান: **(b)**; $\frac{1}{2}mv^2 = hf - \phi$
$= (3 - 1.5)eV = 1.5eV$

87. কণা প্রকৃতির সাথে সম্পর্কিত প্রক্রিয়া হল– [Din.B'17] [Ans. a]
(i) ফটো ইলেকট্রিক ইফেক্ট (ii) কম্পটন ইফেক্ট
(iii) ডপলার ইফেক্ট
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

◆ **MCQ:** বিভিন্ন লেখকের মূল বইয়ের অনুশীলনীর প্রশ্ন ও সমাধান

প্রফেসর মোহাম্মদ ইস্‌হাক স্যার

01. 1 eV সমান কত জুল? [Ans: d]
(a) 6.7×10^{-34} J (b) 1.9×10^{-31} J
(c) 1.6×10^{-31} J (d) 1.6×10^{-19} J

02. 1Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের একটি তড়িৎ চৌম্বক তরঙ্গের শক্তি কত?
(a) 2×10^{-15}J (b) 2×10^{-16}J
(c) 2×10^{-17}J (d) 2×10^{-18}J
সমাধান: **(a)**; $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.63\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{1\times10^{-10}}$
$= 2 \times 10^{-15}$ J.

03. λ তরঙ্গদৈর্ঘ্যের একটি ফোটনের শক্তি কোনটি? [Ans: b]
(a) $hc\lambda$ (b) $\frac{hc}{\lambda}$ (c) $\frac{\lambda}{hc}$ (d) $\frac{h\lambda}{c}$

04. আইনস্টাইনের স্থির ভর শক্তি সমীকরণ কোনটি? [Ans: a]
(a) $E_0 = m_0c^2$ (b) $E = h\nu$
(c) $E_0 = mc^2$ (d) $E = mc^2$

05. স্থির কাঠামোর তুলনায় গতিশীল কাঠামোতে ঘড়ি ধীরে চলে — এ ঘটনাকে কী বলে?
(a) দৈর্ঘ্য সংকোচন (b) ভরের আপেক্ষিকতা
(c) কাল দীর্ঘায়ন (d) সময় সংকোচন
সমাধান: **(c)**; $t_0 = t\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$.

06. এক্স রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্য 3 Å হলে এর কম্পাঙ্ক কত?
(a) 10^{15} Hz (b) 10^{16} Hz
(c) 10^{18} Hz (d) 10^{21} Hz
সমাধান: **(c)**; $\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3\times10^8}{3\times10^{-10}} = 10^{18}$ Hz.

07. কোন বিজ্ঞানী শক্তির ক্ষুদ্রতম এককের নাম দেন কোয়ান্টাম? [Ans: b]
(a) গ্যালিলীও (b) ম্যাক্স প্ল্যাঙ্ক
(c) ম্যাক্সওয়েল (d) আইনস্টাইন

08. 2 amu সমান কত?
(a) 931.5 MeV (b) 931.5 eV
(c) 1866 eV (d) 1868 MeV
সমাধান: (সঠিক উত্তর নাই) 1amu = 933 MeV
∴ 2amu = 1866 MeV.

09. গতিশীল ঘড়ি নিশ্চল ঘড়ির চেয়ে — [Ans: a]
(a) ধীরে চলে (b) দ্রুত চলে
(c) একই থাকে (d) দ্বিগুণ দ্রুত চলে

10. এক্স-রে এর একক হলো — [Ans: c]
(a) বেকেরেল (b) নিউটন (c) রন্‌জেন (d) ভোল্ট

11. একটি ধাতুর প্রারম্ভ তরঙ্গদৈর্ঘ্য 5200 Å. এই ধাতু থেকে ইলেকট্রন নিঃসরণ ঘটাতে হলে নিচের কোন উৎস থেকে আলো ফেলতে হবে?
(a) 50W অবলোহিত (b) 1W অবলোহিত
(c) 50W লাল আলো (d) 1W অতি বেগুনি
সমাধান: **(d)**; এখানে, শুধুমাত্র অতিবেগুনি রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্যই প্রারম্ভ তরঙ্গদৈর্ঘ্য থেকে কম এবং কোনো ধাতু থেকে ইলেকট্রন নির্গত হবে কিনা তা শুধু কম্পাঙ্ক বা তরঙ্গদৈর্ঘ্যের উপর নির্ভর করে, আলোক তীব্রতার উপর নয়।

12. আলোক তড়িৎ ক্রিয়া সংক্রান্ত আইনস্টাইনের সমীকরণটি হলো — [Ans: c]
(a) $E_{max} = h\upsilon + W_0$
(b) $eV_0 + h\upsilon = W_0$
(c) $\frac{1}{2}mv^2{}_{max} + W_0 = h\upsilon$
(d) $E_{max} + h\upsilon = W_0$

13. আলোক তড়িৎ নিবৃত্তি বিভব 0.75 eV হলে, দ্রুততম ফটোইলেকট্রনের গতিশক্তি কত? [Ans: a]
(a) 0.75 eV (b) 4 eV
(c) 0.75 V (d) 1.2×10^{-17}J

14. সূচন কম্পাঙ্কের আলোর জন্য ধাতু থেকে নির্গত ইলেকট্রনের বেগ হচ্ছে — [Ans: a]
(a) শূন্য (b) অসীম (c) কম (d) বেশি

15. একটি ধাতুর কার্য অপেক্ষক $h\upsilon_0$। এর উপর υ কম্পাঙ্কের আলো আপতিত হলে আলোক তড়িৎ ক্রিয়া ঘটবে যদি-
(a) $\upsilon \geq \upsilon_0$ (b) $\upsilon \geq 2\upsilon_0$ [Ans: a]
(c) $\upsilon < \upsilon_0$ (d) $\upsilon < \upsilon_0/2$

16. ইলেকট্রনের বেগ (v) এবং প্রযুক্ত বিভব পার্থক্যের (নিবৃত্তি বিভব V) মধ্যে সম্পর্ক হলো — [Ans: b]
(a) $v = \sqrt{\frac{eV}{m}}$ (b) $v = \sqrt{\frac{2eV}{m}}$
(c) $v = \frac{eV^2}{m}$ (d) $v = \frac{1}{2}mV^2$

17. শক্তি ও সময়ের অনিশ্চয়তা হলো — [Ans: c]
(a) $\Delta E.\Delta t \simeq h$ (b) $\Delta E.\Delta t > h$
(c) $\Delta E.\Delta t \geq h$ (d) $\Delta E.\Delta t < h$

18. কম্পটন ক্রিয়ার বিক্ষিপ্ত ফোটনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য আপতিত ফোটনের তরঙ্গদৈর্ঘ্যের তুলনায় —
(a) কমে যায় (b) বেড়ে যায়
(c) একই থাকে (d) দ্বিগুণ হয়
সমাধান: **(b)**; কম্পটন ক্রিয়ার বিক্ষিপ্ত ফোটনের শক্তি আপতিত ফোটনের শক্তির তুলনায় কমে যায়।

19. কোন নীতি ব্যবহার করে বস্তুর ভরকে শক্তিতে রূপান্তর করা যায়? [Ans: b]
(a) কাজ-শক্তি উপপাদ্য
(b) আইনস্টাইনের আপেক্ষিক তত্ত্ব
(c) যান্ত্রিকশক্তির সংরক্ষণ নীতি
(d) নিউটনের গতিসূত্র

20. কোনটি মহাবিশ্বের মৌলিক বলের অন্তর্ভুক্ত নয়? [Ans: d]
(a) মহাকর্ষ বল (b) তড়িৎ চৌম্বক বল
(c) নিউক্লীয় দুর্বল বল (d) ঘাত বল

21. নিম্নোক্ত কোন বল ইলেকট্রনকে নিউক্লিয়াসের সঙ্গে আবদ্ধ করে পরমাণু তৈরি করে? [Ans: c]
(a) দুর্বল নিউক্লীয় বল (b) মহাকর্ষ বল
(c) তড়িৎ চৌম্বক বল (d) সবল নিউক্লীয় বল

22. যদি মহাকর্ষ বলের সূচক 1 হয়; তবে সবল নিউক্লীয় বলের আপেক্ষিক সবলতা কত? [Ans: b]
(a) 10^{30} (b) 10^{41} (c) 10^{39} (d) 1

23. ক্যাথোড রশ্মি কী? [Ans: c]
(a) প্রোটন (b) নিউট্রন (c) ইলেকট্রন (d) বোসন

24. নিচের কোনটি তেজস্ক্রিয় রশ্মি নয়? [Ans: b]
(a) γ-রশ্মি (b) X-রশ্মি (c) α-রশ্মি (d) β-রশ্মি

25. একজন মহাশূন্যচারী 30 বছর বয়সে 2.6×10^8m/s বেগে ধাবমান মহাকাশযানে চড়ে ছায়াপথ অনুসন্ধানে গেলেন। তিনি 55 বছর পর পৃথিবীতে ফিরে আসলেন। তার বর্তমান বয়স কত?
(a) 60y (b) 58y (c) 57.44y (d) 58.2y
সমাধান: **(c)**; $t = \frac{t_0}{\sqrt{1-\left(\frac{v}{c}\right)^2}} = 55 = \frac{t_0}{\sqrt{1-\left(\frac{2.6\times10^{-8}}{.3\times10^8}\right)^2}}$
$\Rightarrow t_0 = 27.44$ year
∴ সময় $= 30 + 27.44 = 57.44$ year.

26. সূচন কম্পাঙ্কের আলোর জন্য ধাতু থেকে নির্গত ইলেকট্রনের বেগ কত? [Ans: a]
(a) শূন্য (b) অসীম (c) সর্বনিম্ন (d) সর্বোচ্চ

27. একটি নিয়ন টিউবে উচ্চ বিভব দেয়া হলে, বাতিটির ভেতরে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয়। টিউবের ক্যাথোডের দিকে কোন কণা প্রবাহিত হয়? [Ans: c]
(a) ইলেকট্রন (b) প্রোটন
(c) ধনাত্মক নিয়ন আধান (d) ঋণাত্মক নিয়ন আয়ন

28. শূন্য ভর এবং E শক্তিবিশিষ্ট কণার ভরবেগ হলো -
(a) Ec (b) Ec^2 (c) $\sqrt{Ec}$ (d) E/c
সমাধান: **(d)**; $E = mc^2$ বা $E = mc.c$
$\therefore mc = \frac{E}{c}$ [কণার ভরবেগ= mc]

29. একটি গতিশীল ইলেকট্রনের ভর m_e হলে নিচের কোনটি সঠিক? **[Ans: a]**
(a) $m_e > 9.11 \times 10^{-31}$ kg
(b) $m_e < 9.11 \times 10^{-31}$ kg
(c) $m_e = 9.11 \times 10^{-31}$ kg
(d) $m_e < 9.1 \times 10^{31}$ kg

30. ইলেকট্রনের সাথে ফোটনের তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পরিবর্তনকে বলা হয় - **[Ans: b]**
(a) দ্য ব্রগলির তরঙ্গ (b) কম্পটন প্রভাব
(c) হাইজেন বার্গ অনিশ্চয়তা নীতি
(d) কোয়ান্টাম তত্ত্ব

31. একটি ফোটনের শক্তি এবং তরঙ্গদৈর্ঘ্যের একক কোনটি? **[Ans: c]**
(a) MeV ও ms^{-1} (b) J ও ms
(c) MeV ও m (d) J ও ms^{-1}

32. এক্স-রশ্মি একটি উচ্চ শক্তির চুম্বকক্ষেত্রে চালিত করলে রশ্মিটি হেলে পড়বে কোন দিকে? **[Ans: c]**
(a) উত্তর মেরুর দিকে (b) দক্ষিণ মেরুর দিকে
(c) কোনোদিকেই নয় (d) কোনোটিই ঠিক নয়

33. কৃষ্ণ বস্তুর বিকিরণ ব্যাখ্যায় কোন মতবাদ সফল হয়েছিল? **[Ans: c]**
(a) ডি ব্রগলি মতবাদ (b) হাইজেনবার্গ মতবাদ
(c) কোয়ান্টাম মতবাদ (d) কোনোটিই নয়

34. আলোক তড়িৎ ক্রিয়া এর সূত্রটি ব্যবহার করে নিচের কোনটি নির্ণয় করা যায়? **[Ans: d]**
(a) বোল্টজম্যান
(b) স্টিফেন বোল্টজম্যান ধ্রুবক
(c) রিডবার্গ ধ্রুবক (d) প্ল্যাঙ্কের ধ্রুবক

35. কোয়ান্টাম তত্ত্বের জনক কে?
(a) ম্যাক্সওয়েল (b) প্ল্যাঙ্ক
(c) প্লান্ট (d) হাইগেন
সমাধান: **(b)**; তড়িৎচুম্বকীয় তত্ত্বের জনক ম্যাক্সওয়েল। আলোর তরঙ্গের জনক হাইগেন।

36. নিচের কোন রশ্মি দ্বারা রঞ্জন রশ্মি উৎপন্ন করা হয়? **[Ans: b]**
(a) ধনাত্মক (b) ক্যাথোড
(c) গামা (d) আলফা

37. মহাবিশ্বে ইথারের অস্তিত্ব নেই তা কত সালে প্রমাণিত হয়? **[Ans: b]**
(a) 1977 (b) 1887
(c) 1992 (d) 2013

38. একটি ইলেকট্রন ও একটি ফোটনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য সমান হলে তাদের _____ সমান হবে। **[Ans: d]**
(a) শক্তি (b) বেগ
(c) ভরবেগ (d) কৌণিক ভরবেগ

39. আলোক তড়িৎ ক্রিয়া নিম্নের কোন সূত্রের ওপর নির্ভরশীল? **[Ans: a]**
(a) শক্তির নিত্যতা সূত্র
(b) ভরের নিত্যতা সূত্র
(c) রৈখিক ভরবেগ সংরক্ষণ সূত্র
(d) কৌণিক ভরেবেগ সংরক্ষণ সূত্র

40. একটি ইলেকট্রনের গতিশক্তি 3 গুণ হলে এর সঙ্গে সংশ্লিষ্ট ডি ব্রগলি তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত গুণ হবে?
(a) $\frac{1}{3}$ (b) $\sqrt{3}$ (c) $\frac{1}{\sqrt{3}}$ (d) 3
সমাধান: **(c)**; $\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mE_k}} \therefore \lambda \propto \frac{1}{\sqrt{E_k}} \therefore \lambda \propto \frac{1}{\sqrt{3}}$

41. ফোটনের দ্বারা সংঘর্ষের পর এক ফটো ইলেকট্রন নিঃসরণের সময় প্রায় - **[Ans: d]**
(a) 10^{-16}s (b) 10^{-1}s (c) 10^{-4}s (d) 10^{-9}s

42. যদি $\lambda_\alpha, \lambda_p, \lambda_e$ যথাক্রমে একই শক্তির α কণার, প্রোটন কণার এবং ইলেকট্রনের ডি ব্রগলি তরঙ্গ দৈর্ঘ্য হয় তবে -
(a) $\lambda_p > \lambda_e > \lambda_\alpha$ (b) $\lambda_e > \lambda_p > \lambda_\alpha$
(c) $\lambda_e = \lambda_p = \lambda_\alpha$ (d) $\lambda_\alpha > \lambda_p > \lambda_e$
সমাধান: **(b)**; $\lambda \propto \frac{1}{m}$
ইলেকট্রনের ভর সবচেয়ে কম তাই ইলেকট্রনের ডি ব্রগলি তরঙ্গ দৈর্ঘ্য সবচেয়ে বেশি। এবং আলফা কণার ভর সবচেয়ে বেশি তাই আলফা কণার ডি ব্রগলি তরঙ্গ দৈর্ঘ্য সবচেয়ে কম।

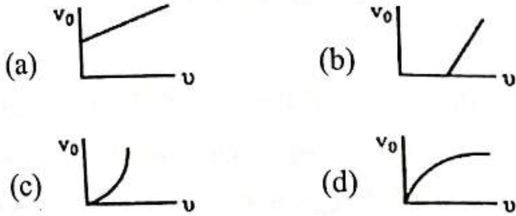
43. $c/\sqrt{2}$ বেগে চলমান একটি কণার গতিশক্তি কত? (স্থির অবস্থায় কণাটির ভর m_0) **[Ans: a]**
(a) $0.414\ m_0c^2$ (b) $0.25\ m_0c^2$
(c) $1.414\ m_0c^2$ (d) $2.0\ m_0c^2$

44. দ্রুত গতিসম্পন্ন ইলেকট্রন কোনো ধাতুকে আঘাত করলে, তা থেকে উচ্চ ভেদন ক্ষমতাসম্পন্ন যে এক প্রকার বিকিরণ উৎপন্ন হয় সেটি নিচের কোনটি? **[Ans: c]**
(a) বিটা রশ্মি (b) গামা রশ্মি
(c) এক্স রশ্মি (d) আলফা রশ্মি

45. আলোক তড়িৎ ক্রিয়ার বৈশিষ্ট্য হলো- **[Ans: a]**
(i) আলোক তড়িৎ প্রবাহমাত্রা আপতিত আলোর তীব্রতার সমানুপাতিক
(ii) বিভিন্ন ধাতুর জন্য আলোক তড়িৎ ক্রিয়ার প্রারম্ভ কম্পাঙ্ক বিভিন্ন হয়
(iii) আলোক তড়িৎ ক্রিয়ায় ইলেকট্রন নিঃসরণ ধাতব পদার্থের উষ্ণতার ওপরে নির্ভর করে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

46. কণা তরঙ্গের বৈশিষ্ট্য হলো- [Ans: b]
(i) কেবলমাত্র গতিশীল কণার সঙ্গেই তরঙ্গ জড়িত
(ii) কণা তরঙ্গ তড়িচ্চুম্বকীয় তরঙ্গ
(iii) কণার ভরবেগ বাড়লে তরঙ্গদৈর্ঘ্য হ্রাস পায়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

47. আলোক তড়িৎ ক্রিয়ায় আপতিত বিকিরণের কম্পাঙ্ক υ-এর সঙ্গে নিবৃত্তি বিভবের পরিবর্তন কোনটি? [Ans: b]



ড. শাহজাহান তপন স্যার

01. এক্স রশ্মি হচ্ছে– [Ans: b]
(a) উচ্চশক্তির ইলেকট্রন (b) তাড়িতচৌম্বক তরঙ্গ
(c) উচ্চ শক্তির প্রোটন (d) নিউট্রনের স্রোত

02. এক্স রশ্মি হচ্ছে– [Ans: c]
(a) দীঘল তরঙ্গ (b) যান্ত্রিক তরঙ্গ
(c) আড় তরঙ্গ (d) অবলোহিত তরঙ্গ

03. কোনো ধাতব পৃষ্ঠ হতে ইলেকট্রন নির্গমনের ঘটনা কখন ঘটে? [Ans: c]
(a) যখন এটি উচ্চ তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করা হয়
(b) যখন এর উপর উপযুক্ত বেগের ইলেকট্রন আঘাত করে
(c) যখন উপযুক্ত তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো এর উপর আপতিত হয়
(d) যখন এটি একটি শক্তিশালী তড়িৎক্ষেত্রে রাখা হয়

04. নিচের কোনটি ব্যাখ্যা করতে আলোকে ফোটনের স্রোত হিসেবে বিবেচনা করতে হয়? [Ans: a]
(a) আলোক তড়িৎ ক্রিয়া (b) আলোর অপবর্তন
(c) আলোর সমবর্তন (d) আলোর ব্যতিচার

05. তাড়িতচৌম্বক বিকিরণের কোন ধর্ম দ্বারা ফটোতড়িৎ ক্রিয়া ব্যাখ্যা করা যায়? [Ans: d]
(a) এটি আড়তরঙ্গ (b) এটি দীঘল তরঙ্গ
(c) এটি পোলারায়ণ যোগ্য (d) এটি ফোটনের সমষ্টি

06. ফোটনের কম্পাঙ্ক f হলে একটি ফোটনের ভরবেগ কোনটি? [Ans: b]
(a) $\frac{hf}{c^2}$ (b) $\frac{hf}{c}$
(c) hfc (d) hfc^2

07. বিকিরণের কী পরিবর্তন ঘটালে আলোক তড়িৎ ক্রিয়ায় নিঃসৃত ইলেকট্রনের গতিশক্তি বৃদ্ধি পায়? [Ans: c]
(a) তীব্রতা বৃদ্ধি করলে (b) তরঙ্গদৈর্ঘ্য বৃদ্ধি করলে
(c) কম্পাঙ্ক বৃদ্ধি করলে
(d) তরঙ্গদৈর্ঘ্য ও কম্পাঙ্ক উভয়ই বৃদ্ধি করলে

08. f কম্পাঙ্কের একটি ফোটন একটি ধাতবপৃষ্ঠের উপর আপতিত হলো যার সূচন কম্পাঙ্ক f_0। নিঃসৃত ইলেকট্রনের সর্বাধিক গতিশক্তি নিচের কোনটি? [Ans: a]
(a) $h(f-f_0)$ (b) $h(f+f_0)$
(c) $\frac{1}{2}h(f-f_0)$ (d) $\frac{1}{2}h(f+f_0)$

09. 100 V বিভব পার্থক্য ত্বরিত একটি ইলেকট্রনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত?
(a) 1000 Å (b) 100 Å (c) 1.2 Å (d) 1.007 Å
সমাধান: (c); $\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mK}} = \frac{6.673\times10^{-34}}{\sqrt{2\times9.1\times10^{-31}\times100\times1.6\times10^{-19}}}$
$= 1.2$ Å

10. পরস্পরের সাপেক্ষে ধ্রুব বেগে গতিশীল যে প্রসঙ্গ কাঠামোতে নিউটনের গতিসূত্র অর্জন করা যায় তাকে কী বলা হয়? [Ans: b]
(a) ত্রিমাত্রিক প্রসঙ্গ কাঠামো (b) জড় প্রসঙ্গ কাঠামো
(c) গতিশীল প্রসঙ্গ কাঠামো (d) চতুর্মাত্রিক প্রসঙ্গ কাঠামো

11. শূন্যস্থানে সকল জড়প্রসঙ্গ কাঠামোতে আলোর দ্রুতি c এর মান কী হয়? [Ans: a]
(a) একই থাকে
(b) জড় প্রসঙ্গ কাঠামোর বেগ বৃদ্ধি পেলে আলোর দ্রুতি বেড়ে যায়
(c) জড় প্রসঙ্গ কাঠামোর বেগ বৃদ্ধি পেলে আলোর দ্রুতি কমে যায়
(d) আলোর রং ভেদে বেগ পরিবর্তিত হয়

12. একটি আলোক উৎস দর্শকের দিকে $\frac{c}{4}$ বেগে গতিশীল, দর্শকের কাছে আলোর বেগ কত প্রতীয়মান হবে? [Ans: c]
(a) $\frac{5}{4}$ c (b) $\frac{3}{4}$ c (c) c (d) 3c

13. আইনস্টাইনের আপেক্ষিক তত্ত্ব অনুসারে বস্তুর বেগ বাড়লে এর ভরের কী হবে? [Ans: c]
(a) একই থাকবে (b) কমে যাবে
(c) বেড়ে যাবে
(d) বেগের সমানুপাতে বেড়ে যাবে

14. একটি শূন্য ভরের কণিকার দ্রুতি হবে- [Ans: c]
(a) শূন্য (b) অসীম (c) c
(d) c এর চেয়ে কম যেকোনো দ্রুতি

15. 1u বা 1 amu (1.6605×10^{-27} kg) ভরের সমতুল্য শক্তি কত ইলেকট্রন ভোল্ট?
(a) 9.34×10^8 eV (b) 10.5×10^8 eV
(c) 9.5×10^8 eV (d) 9.15×10^8 eV
সমাধান: **(a)**; $E = mc^2$
$= (1.66 \times 10^{-27}) \times (3 \times 10^8)^2$
$= 1.5 \times 10^{-10} J = 9.34 \times 10^8$ eV.

16. কোনো দেশে উৎপাদিত তড়িৎ শক্তির পরিমাণ 5.5×10^{11}kWh। রূপান্তরিত ভরের পরিমাণ কত কিলোগ্রাম?
(a) 5.5 kg (b) 11.0 kg (c) 22.0 kg (d) 16.5 kg
সমাধান: **(c)**; $m = \frac{E}{c^2} = \frac{5.5\times10^{11}\times3.6\times10^6}{(3\times10^8)^2} = 22.0$ kg

17. কোনো একটি বস্তু কণার গতিশক্তি ও নিশ্চল শক্তি সমান হলে কোনটি সঠিক?
(a) $m_o = \frac{1}{2} mc^2$ (b) $m = 2m_0$
(c) $m_o = 2 m$ (d) $m_o = 2 mc^2$
সমাধান: **(b)**; $\frac{1}{2} mc^2 = m_0c^2 \Rightarrow m = 2m_0$.

18. E = hf সূত্রটি প্রদান করেন– **[Ans: c]**
(a) ফ্যারাডে (b) আইনস্টাইন
(c) প্ল্যাঙ্ক (d) নিউটন

19. সবল নিউক্লিয় বলের বাহক কণা নিচের কোনটি? **[Ans: c]**
(a) গ্রাভিটন (b) ফোটন
(c) গ্লুঅন (d) গেজ বোসন

20. মাইকেলসন-মর্লির পরীক্ষায় ব্যতিচার নকশার অপসরণের পরিমাণের রাশিমালা কোনটি? **[Ans: c]**
(a) $n = \frac{c^2\lambda}{2dv^2}$ (b) $n = \frac{c^2v^2}{2d\lambda}$
(c) $n = \frac{2dv^2}{c^2\lambda}$ (d) $n = \frac{2dc^2}{\lambda v^2}$

21. প্ল্যাঙ্কের ধ্রুবক h এর মাত্রা হচ্ছে- **[Ans: b]**
(a) $[ML^2 T^{-2}]$ (b) $[ML^2 T^{-1}]$
(c) $[M^2L^{-2} T^{-1}]$ (d) $[ML^{-2} T^2]$

22. দুটি ফোটন কণা c বেগে পরস্পরের অভিমুখে ধাবিত হলে তাদের আপেক্ষিক বেগ কত? **[Ans: d]**
(a) 0 (b) 2c (c) c/2 (d) c

23. 1 kg বস্তুকে সম্পূর্ণ শক্তিতে রূপান্তরিত করা হলে কী পরিমাণ শক্তি পাওয়া যাবে? **[Ans: b]**
(a) 10.625×10^{29} MeV (b) 5.625×10^{29} MeV
(c) 20.625×10^{29} MeV (d) 25.625×10^{29} MeV

24. এক মিটার দৈর্ঘ্যের একটি স্কেল তার প্রস্থ বরাবর 0.95 c বেগে চলমান হলে ল্যাবে এর পরিমিতি দৈর্ঘ্যের মান কত?
(a) 0 m (b) 0.098 m (c) 0.31 m (d) 1.0 m
সমাধান: **(d)**; স্কেলটি প্রস্থ বরাবর গতিশীল। সুতরাং দৈর্ঘ্য কোনো পরিবর্তন হবে না।

25. ইলেকট্রনের সাথে সংঘর্ষের ফলে ফোটনের তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পরিবর্তনকে বলা হয়-
(a) দ্য ব্রগলির তরঙ্গ (b) কম্পটনের প্রভাব
(c) হাইজেনবার্গের অনিশ্চয়তার নীতি
(d) কোয়ান্টাম তত্ত্ব
সমাধান: **(b)**; নিঃসৃত ফোটনের $\lambda >$ আপতিত ফোটনের λ.

26. নিউট্রনের ভর ইলেকট্রনের ভরের 1840 গুণ। ইলেকট্রনের কম্পটন তরঙ্গদৈর্ঘ্য নিউট্রনের কম্পটন তরঙ্গদৈর্ঘ্যের কত গুণ হবে?
(a) $\frac{1}{1840}$ (b) $\frac{1}{920}$ (c) 1840 (d) 3680
সমাধান: **(c)**; $\lambda \propto \frac{1}{m}$.

27. কত বেগে চললে একটি spaceship এর দৈর্ঘ্য আসল দৈর্ঘ্যের অর্ধেক হবে?
(a) $\frac{1}{2}c$ (b) $\frac{1}{4}c$ (c) $\frac{3}{2}c$ (d) $\frac{\sqrt{3}}{2}c$
সমাধান: **(d)**; $L = L_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} \Rightarrow \frac{1}{2} = \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$
$\Rightarrow \frac{v^2}{c^2} = \frac{3}{4} \therefore v = \frac{\sqrt{3}}{2}c$
মনে রাখবে: $v = \frac{\sqrt{3}}{2}c$ হলে,
$E = 2E_0, m = 2m_0, L = \frac{L_0}{2}$

28. 10 MeV গতিশক্তি নিয়ে চলমান ইলেকট্রনের ভর কত?
(a) m_0 (b) $10\ m_0$
(c) $0.2051\ m_0$ (d) $19.51\ m_0$
সমাধান: **(d)**; $E = mc^2$
$\Rightarrow 10 \times 10^6 \times 1.6 \times 10^{-19} = m \times (3 \times 10^8)^2$
$\Rightarrow m = 1.778 \times 10^{-29} \Rightarrow m = 19.51m_0$.

29. $\frac{c}{\sqrt{3}}$ বেগে চলমান কণার মোট শক্তি হলো-
(a) $0.173\ m_0c^2$ (b) $\sqrt{\frac{3}{2}}m_0c^2$
(c) $\frac{\sqrt{2}}{4}m_0c^2$ (d) $1.732\ m_0c^2$
সমাধান: **(b)**; $E = mc^2 = \frac{m_0c^2}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{m_0c^2}{\sqrt{1-\left(\frac{c}{\sqrt{3}\times c}\right)^2}}$
$= \sqrt{\frac{3}{2}}m_0c^2$.

30. একটি ফোটনের শক্তি 13.26 MeV হলে এর কম্পাঙ্ক কত?
(a) 1.3×10^{20} Hz (b) 3.2×10^{20} Hz
(c) 1.3×10^{21} Hz (d) 3.2×10^{21} Hz
সমাধান: (d); $E = hf \therefore f = \frac{E}{h} = \frac{13.26 \times 10^6 \times 1.6 \times 10^{-19}}{6.63 \times 10^{-34}}$
$= 3.2 \times 10^{21}$ Hz.

31. আলোক তড়িৎক্রিয়া আলোর কোন ধর্ম ব্যাখ্যা করে? [Ans: a]
(a) কণা (b) তরঙ্গ
(c) বিকিরণ (d) কোনোটিই নয়

32. হাইজেনবার্গের অনিশ্চয়তা নীতি অনুযায়ী অবস্থানের অনিশ্চয়তা শূন্য হলে ভরবেগের অনিশ্চয়তা কত হবে? [Ans: b]
(a) শূন্য (b) অসীম
(c) সসীম (d) $\frac{h}{2\lambda}$

33. ভরের আপেক্ষিকতা থেকে আমরা জানি, [Ans: c]
(i) $m = m_0\sqrt{1 - v^2/c^2}$
(ii) $m_0 = m\sqrt{1 - v^2/c^2}$
(iii) $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

34. নিচের তথ্যগুলো লক্ষ কর- [Ans: d]
(i) তাড়িতচৌম্বক বিকিরণের দুটো প্রকৃতি — তরঙ্গ প্রকৃতি ও কণা প্রকৃতি
(ii) প্রত্যেক বস্তুর দ্বৈত প্রকৃতি রয়েছে — কণা প্রকৃতি ও তরঙ্গ প্রকৃতি
(iii) বস্তু তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য $\lambda = \frac{h}{mv}$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

ড. তফাজ্জল হোসেন স্যার

01. আপেক্ষিকতার বিশেষ তত্ত্ব অনুসারে নিম্নের কোনটি পরম রাশি নয় — [Ans: d]
(a) ভর (b) সময়
(c) উচ্চতা (d) a ও b উভয়ই

02. দৈর্ঘ্য সংকোচন ঘটে শুধুমাত্র — [Ans: c]
(a) গতির অভিমুখের লম্ব বরাবর
(b) গতির অভিমুখের সমান্তরাল বরাবর
(c) গতির অভিমুখের দিক বরাবর
(d) a ও b উভয়ই

03. বস্তুর আপেক্ষিক ভর নির্ভর করে — [Ans: c]
(a) বস্তুকণার উপর (b) বস্তুর আয়তনের উপর
(c) বস্তুর দ্রুতির উপর (d) বস্তুর ক্ষেত্রফলের উপর

04. e/m পরীক্ষণে আমরা ইলেকট্রনকে বিবেচনা করি- [Ans: b]
(a) তরঙ্গ (b) কণা
(c) ফোটন (d) a ও b

05. একটি বস্তু কণার ভর 9×10^{-30} kg; যদি এর সবটুকু শক্তিতে পরিণত করা হয়, শক্তি হবে-
(a) 81×10^{-15} J (b) 81×10^{-16} J
(c) 81×10^{-14} J (d) 81×10^{-20} J
সমাধান: (c); $E = mc^2 = 9 \times 10^{-30} \times (3 \times 10^8)^2$
$= 81 \times 10^{-14}$ J.

06. 0.1g ভরের সমতুল্য শক্তি কত?
(a) 9×10^{12} J (b) 9×10^{13} J
(c) 9×10^{15} J (d) 9×10^{16} J
সমাধান: (a); $E = mc^2 = 0.0001 \times (3 \times 10^8)^2$
$= 9 \times 10^{12}$ J.

07. আপেক্ষিকতার বিশেষ তত্ত্ব প্রস্তাবনা করেন — [Ans: d]
(a) নিউটন (b) মাদামকুরী
(c) গ্যালিলিও (d) আইনস্টাইন

08. ভর শক্তি সমীকরণ প্রস্তাবনা করেন — [Ans: c]
(a) নিউটন (b) রমন
(c) আইনস্টাইন (d) বোর

09. লরেন্টজ রূপান্তর–গ্যালিলিয় রূপান্তরে রূপান্তরিত হয় যখন- [Ans: c]
(a) $v \gg c$ (b) $v = c$
(c) $v \ll c$ (d) কোনোটিই নয়

10. একটি কণার আপেক্ষিক ভর তার নিশ্চল ভরের দ্বিগুণ হলে কত দ্রুত কণাটি গতিশীল?
(a) 2 c (b) 0.5 c (c) c (d) 0.866 c
সমাধান: (d); $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow 2m_0 = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$
$\Rightarrow v = \frac{\sqrt{3}}{2}c \therefore v = 0.866$ c.
মনে রাখবে: $v = \frac{\sqrt{3}}{2}c = 0.866$ c হলে $E = 2E_0$,
$m = 2m_0$, $L = \frac{L_0}{2}$.

11. একটি ফোটন আলোর বেগে গতিশীল হলে নিশ্চল ভর হবে-
(a) 0 (b) 1
(c) 0.5 (d) কোনোটিই নয়
সমাধান: (a); $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{c^2}{c^2}}} \Rightarrow m = \frac{m_0}{0}$
$\therefore m_0 = 0$.

12. একটি ইলেকট্রনের স্থির শক্তি — [Ans: b]
(a) 1 MeV (b) 0.5 MeV
(c) 1e V (d) 0.15 MeV

13. X-রশ্মির তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের পাল্লা — [Ans: a]
(a) 10^{-8} থেকে 10^{-13}m (b) 10^{-7} থেকে 10^{-14}m
(c) 10^{-10} থেকে 10^{-15}m (d) 10^{2} থেকে 10^{9}m

14. দ্রুত গতিসম্পন্ন ইলেকট্রন ধাতব প্রতিবন্ধক দ্বারা বাধাপ্রাপ্ত হলে যে রশ্মি উৎপন্ন হয় তা হল — [Ans: d]
(a) আলফা রশ্মি (b) বিটা রশ্মি
(c) গামা রশ্মি (d) এক্স রশ্মি

15. এক্স রশ্মির আছে — [Ans: c]
(a) ক্ষুদ্র তরঙ্গদৈর্ঘ্য (b) উচ্চ কম্পাঙ্ক
(c) a ও b দুটোই (d) দীর্ঘতম তরঙ্গ দৈর্ঘ্য

16. এক্স-রশ্মির চার্জ- [Ans: c]
(a) ধনাত্মক (b) ঋণাত্মক
(c) চার্জহীন (d) কোনোটিই নয়

17. অত্যন্ত দ্রুতগতি সম্পন্ন ইলেকট্রনকে কোনো ভারি ধাতব বস্তু দ্বারা থামিয়ে দিলে উৎপন্ন হয়- [Ans: c]
(a) গামা রশ্মি (b) অতিবেগুনি রশ্মি
(c) এক্স-রে (d) অবলোহিত বিকিরিণ

18. হলোগ্রাফি তৈরিতে ব্যবহৃত হয়- [Ans: c]
(a) ক্যাথোড রশ্মি (b) এক্স রশ্মি
(c) লেজার রশ্মি (d) গামা রশ্মি

19. দোকানে জিনিসপত্রের মূল্যের বারকোড পাঠের জন্য কোন ধরনের রশ্মি ব্যবহার করা হয়? [Ans: a]
(a) লেজার রশ্মি (b) গামা রশ্মি
(c) রঞ্জন রশ্মি (d) বিটা রশ্মি

20. সূচন কম্পাঙ্কের আলোর জন্য ধাতু থেকে নির্গত ইলেকট্রনের বেগ হচ্ছে- [Ans: a]
(a) Zero (b) Infinite
(c) Minimum (d) Maximum

21. ইলেকট্রনের এন্টি পার্টিকেল হলো- [Ans: c]
(a) প্রোটন (b) নিউট্রন
(c) পজিট্রন (d) এন্টি প্রোটন

22. সবচেয়ে শক্তিশালী নন আয়োনাইজিং রেডিয়েশন হলো- [Ans: c]
(a) অতি বেগুনী রশ্মি (b) রাডার
(c) মাইক্রোওয়েভ (d) অবলোহিত রশ্মি

23. এমন একটি কণা যার ভর নেই কিন্তু ভরবেগ আছে- [Ans: b]
(a) প্রোটন (b) ফোটন (c) ইলেকট্রন (d) নিউট্রন

24. সঠিক উত্তর কোনটি? [Ans: c]
(i) ফোটনের স্থিতিভর শূন্য (ii) ফোটনের ভরবেগ নেই
(iii) ফোটনের কণা-তরঙ্গ দ্বৈত রূপ আছে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

25. আলোক তড়িৎ ক্রিয়া কী প্রদর্শন করে? [Ans: d]
(i) ইলেকট্রন তরঙ্গ প্রকৃতি (ii) আলোর তরঙ্গ প্রকৃতি
(iii) আলোর কণা প্রকৃতি
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) ii (c) i, iii (d) iii

26. $E = mc^2$; E এর একক হতে পারে- [Ans: c]
(i) Joule (ii) Newton (iii) Newton-metre
(iv) Electron-volt
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) ii (c) i, iii, iv (d) i, ii, iv

27. দ্য ব্রগলি তরঙ্গদৈর্ঘ্য কীসের সমান? [Ans: c]
(i) mv (ii) $\frac{h}{p}$ (iii) $\frac{h}{mv}$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) ii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও
কোন ধাতুর ফটো ইলেকট্রন নিঃসরণের সূচন তরঙ্গদৈর্ঘ্য 5000Å

28. ধাতুটির ফটো ইলেকট্রন নিঃসরণের সূচন কম্পাঙ্ক হবে- [Ans: b]
(a) 0.5×10^{15}Hz (b) 0.6×10^{15}Hz
(c) 0.5×10^{14}Hz (d) 0.6×10^{14}Hz

29. ধাতুটির কার্য অপেক্ষক- [Ans: a]
(a) 2.4862 eV (b) 3.2546 eV
(c) 1.6239 eV (d) 3.5216 eV

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
কোন পদার্থের কার্য অপেক্ষক 2.5 eV

30. ঐ পদার্থের সূচন কম্পাঙ্ক কত? **[Ans: b]**
(a) 2.64×10^{13}Hz (b) 60.33×10^{13}Hz
(c) 2.64×10^{-13}Hz (d) $60.33 \times^{-13}$ Hz

31. সূচন তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত? **[Ans: a]**
(a) 4.97×10^{-7}m (b) 4.97×10^{7}m
(c) 3.7×10^{8}m (d) 3.7×10^{-8}m

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
4000Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো কোনো ধাতব পৃষ্ঠে আপতিত হলে যে ইলেকট্রন নির্গত হয় তার সর্বোচ্চ গতিশক্তির মান 0.4 eV

32. ধাতব পৃষ্ঠের উপর আপতিত ফোটনের শক্তি কত?
(a) 4.1078 eV (b) 2.7810 eV
(c) 3.1078 eV (d) 4.3078 eV
সমাধান: (c); $E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.63\times10^{-34}\times3\times108}{4000\times10^{-10}}$
$= 4.97 \times 10^{-19}\ J = \frac{4.97\times10^{-19}}{1.6\times10^{-19}} eV = 3.1078\ eV$

33. ঐ ধাতুর কার্য অপেক্ষক কত?
(a) 2.7078 eV (b) 3.7078 eV
(c) 3.5078 eV (d) 4.3078 eV
সমাধান: (a); $\frac{hc}{\lambda} = W_0 + E_k$
$\Rightarrow W_0 = \frac{6.63\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{4000\times10^{-10}} - 0.4 \times 1.6 \times 10^{-19}$
$= 4.332 \times 10^{-19}\ J = 2.7078\ eV$

MCQ: সম্ভাব্য নমুনা প্রশ্ন ও সমাধান

01. লরেঞ্জ রূপান্তরের ফলে বস্তুর কোনটির পরিবর্তন হয় না? **[Ans: a]**
(a) বেগের (b) মাত্রার (c) ত্বরণের (d) ভরের

02. স্থির কাঠামোর সাপেক্ষে গতিশীল কাঠামোতে ঘড়ি ধীরে চলে এ ঘটনাকে কী বলে? **[Ans: c]**
(a) দৈর্ঘ্য সংকোচন (b) ভরের আপেক্ষিকতা
(c) কাল দীর্ঘায়ন (d) সময় সংকোচন

03. আইনস্টাইনের আপেক্ষিক তত্ত্ব অনুসারে বস্তুর বেগ বাড়লে এর ভরের কী হবে? **[Ans: c]**
(a) একই থাকবে (b) কমে যাবে
(c) বেড়ে যাবে
(d) বেগের সমানুপাতে বেড়ে যাবে

04. কোনো বস্তুর গতিশীল অবস্থায় দৈর্ঘ্য, ঐ বস্তুর নিশ্চল অবস্থার দৈর্ঘ্যের চেয়ে ছোট। একে কী বলা হয়? **[Ans: b]**
(a) দৈর্ঘ্য দীর্ঘায়ন (b) দৈর্ঘ্য সংকোচন
(c) কাল প্রসারণ (d) কোনোটিই নয়

05. একটি ইলেকট্রন 0.99C বেগে গতিশীল হলে এর চলমান ভর কত? [ইলেকট্রনের নিশ্চল ভর 9.1×10^{-31}kg.] **[Ans: d]**
(a) 9.1×10^{-31}kg (b) 50.5×10^{-31}kg
(c) 60.2×10^{-31}kg (d) 64.5×10^{-31}kg

06. 25 বছর বয়সের একজন মহাকাশচারী 1.8×10^{8}m/s বেগে চলে 30 বছর পর পৃথিবীতে ফিরে আসেন। তার বর্তমান বয়স কত?
(a) 39 বছর (b) 49 বছর (c) 59 বছর (d) 69 বছর
সমাধান: (b); $t = \frac{t_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow t = 24;$
বয়স = 25 + 24 = 49 বছর

07. একটি রকেট কত বেগে চললে এর গতিশীল দৈর্ঘ্য নিশ্চল দৈর্ঘ্যের অর্ধেক হবে?
(a) 3×10^{8}ms^{-1} (b) 2×10^{8}ms^{-1}
(c) 2.6×10^{8}ms^{-1} (d) 3×10^{7}ms^{-1}
সমাধান: (c); $L = L_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} \Rightarrow \frac{L}{L_0} = \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} = \frac{1}{2}$
$\Rightarrow 1-\frac{v^2}{c^2} = \frac{1}{4} \Rightarrow v = \frac{\sqrt{3}}{2}c = \frac{\sqrt{3}}{2} \times 3 \times 10^{8}$
$= 2.6 \times 10^{8}$ms^{-1}

08. নিচের যে রাশিটি আপেক্ষিক, পরম নয়– **[Ans: d]**
(i) দৈর্ঘ্য (ii) সময় (iii) ভর
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

09. আলোর বেগের অর্ধেক বেগে গতিশীল একটি ইলেকট্রনের ভর –
(a) $\frac{2}{\sqrt{3}}m_0$ (b) $\frac{\sqrt{3}}{2}m_0$ (c) $\sqrt{2}m_0$ (d) $2m_0$
সমাধান: (a); $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{m_0}{\sqrt{1-\left(\frac{0.5c}{c}\right)^2}} = \frac{2}{\sqrt{3}}m_0$

10. দুটি ফোটন পরস্পরের দিকে c দ্রুতিতে চলছে। তাদের আপেক্ষিক বেগ হচ্ছে – **[Ans: c]**
(a) 0 (b) $\sqrt{2c}$ (c) c (d) 2c

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
একজন লোক 20 বছর বয়সে মহাকাশযাত্রা শুরু করে তার হিসাব অনুযায়ী 10 বছর মহাকাশ ভ্রমণ করে। পৃথিবীতে এসে শুনলো যে তার বয়স নাকি 50 বছর হয়েছে। মহাকাশযানটির দৈর্ঘ্য ছিল 1000 m।

11. মহাকাশযানটির বেগ কত ছিল?
(a) 0.84 c (b) 0.94 c (c) 0.99 c (d) 0.67 c
সমাধান: (b); $t = \frac{t_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow 50 - 20 = \frac{10}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$
$\therefore v = 0.94\ c$

12. পৃথিবীর লোকদের কাছে মহাকাশযানটির দৈর্ঘ্য কত মনে হবে? [Ans: b]
(a) 234.17 m (b) 333.33 m
(c) 443.17 m (d) 552.37 m
সমাধান: (b); $L = L_0\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = \left(1000 \times \frac{1}{3}\right) m$
$= 333.33m$

13. নিচের কোন সমীকরণগুচ্ছকে গ্যালিলিওর রূপান্তর সমীকরণ বলা হয়? [Ans: d]
(a) $x = x' + vt, y = y', z = z'$
(b) $x' = x + vt, y' = y, z' = z, t = t'$
(c) $x = x' - vt, y = y', z = z', t = t'$
(d) $x' = x - vt, y' = y, z' = z, t = t'$

14. পরস্পরের সাপেক্ষে ধ্রুব বেগে গতিশীল যে প্রসঙ্গ কাঠামোতে নিউটনের গতিসূত্র অর্জন করা যায় তাকে কী বলা হয়? [Ans: b]
(a) ত্রিমাত্রিক প্রসঙ্গ কাঠামো (b) জড় প্রসঙ্গ কাঠামো
(c) গতিশীল প্রসঙ্গ কাঠামো (d) চতুর্মাত্রিক প্রসঙ্গ কাঠামো

15. শূন্যস্থানে সকল জড় প্রসঙ্গ কাঠামোতে আলোর দ্রুতি c এর মান কী হয়? [Ans: a]
(a) একই থাকে
(b) জড় প্রসঙ্গ কাঠামোর বেগ বৃদ্ধি পেলে আলোর দ্রুতি বেড়ে যায়
(c) জড় প্রসঙ্গ কাঠামোর বেগ বৃদ্ধি পেলে আলোর দ্রুতি কমে যায়
(d) আলোর রং ভেদে দ্রুতি পরিবর্তিত হয়

16. একটি আলোক উৎস দর্শকের দিকে $\frac{c}{4}$ বেগে গতিশীল, দর্শকের কাছে আলোর বেগ কত প্রতীয়মান হবে? [Ans: c]
(a) $\frac{5}{4}c$ (b) $\frac{3}{4}c$ (c) c (d) 3c

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
একজন মহাশূন্যচারী 1000 kg ভরের একটি মহাকাশযানে করে 30 বছর বয়সে 0.8 c বেগে যাত্রা শুরু করল। পৃথিবীর হিসাব অনুযায়ী সে

17. একজন মহাকাশচারী তাঁর গতির সাহায্যে 60 ly দূরত্বকে 48 ly অপেক্ষা কম দূরত্বে পরিণত করলেন। এজন্য তার বেগ হতে হবে- [Ans: a]
(a) 0.6 c অপেক্ষা বেশি (b) 0.6 c অপেক্ষা কম
(c) 0.8 c অপেক্ষা বেশি (d) 0.8 c অপেক্ষা কম
সমাধান: (a); $L \le 48 \Rightarrow 60\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \le 48$
$\Rightarrow 1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2 \le 0.64 \Rightarrow 0.6 \le \frac{v}{c} \therefore v \ge 0.6c$

18. কত দ্রুতিতে চললে কোনো বস্তুর গতিশক্তি এর স্থির ভর শক্তির সমান হবে?
(a) $\frac{\sqrt{3}}{2}c$ (b) $\frac{c}{3}$ (c) $\frac{c}{2}$ (d) $\sqrt{2}\,c$
সমাধান: (a); $(m - m_o)c^2 = m_oc^2 \Rightarrow mc^2$
$= 2m_oc^2 \Rightarrow \frac{m_oc^2}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = 2m_oc^2 \Rightarrow \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = \frac{1}{2}$
$\Rightarrow 1 - \frac{v^2}{c^2} = \frac{1}{4} \therefore v = \frac{\sqrt{3}}{2}c$

19. স্থান, কাল ও ভরের নিচের সম্পর্ক লক্ষ্য কর– [Ans: b]
(i) $L = L_0\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ (ii) $t_0 = \frac{t}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$
(iii) $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

20. একটি নভোযানের ভরবেগ P_0 এবং আপেক্ষিক তত্ত্ব অনুযায়ী ভরবেগ P হলে- [Ans: b]
(a) $P_0 > P$ (b) $P_0 < P$ (c) $P = P_0$ (d) অনির্ণেয়

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
রায়হান 1000 টন ভরের মহাকাশযানে 0.8c বেগে চলমান অবস্থায় তাদের বিদ্যালয়ের মাঠের উপর দিয়ে যাচ্ছিল। বিদ্যালয়ের মাঠের প্রকৃত দৈর্ঘ্য 100m।

21. 1Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের একবর্ণী এক্স রশ্মির শক্তি কত?
(a) 2×10^{-15} J (b) 2×10^{-16} J
(c) 2×10^{-17} J (d) 2×10^{-18} J
সমাধান: (a); $E = \frac{hc}{\lambda} = 2 \times 10^{-15}$ J

22. প্লাঙ্কের কোয়ান্টাম তত্ত্ব থেকে পাই- [Ans: d]
(i) শক্তি ছিন্নায়িত
(ii) কৃষ্ণ বস্তু থেকে শক্তি ক্ষুদ্র প্যাকেটের আকারে নির্গত হয়
(iii) একটি ফোটনের শক্তি $E = h\nu$; যেখানে ν = কম্পাঙ্ক
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) ii (c) iii, ii (d) i, ii, iii

23. Planck- এর ধ্রুবকের মান, h = ? [Ans: c]
(a) 1.6×10^{-27}kg (b) 9.1×10^{-31}J
(c) 6.63×10^{-34}Js (d) 6×10^{23}Js

24. দুর্বল নিউক্লিয় বলের কারণে- [Ans: d]
(i) নিউক্লিয়াসে অস্থিতিশীলতার সৃষ্টি হয়
(ii) বিটাক্ষয় হয়
(iii) তেজস্ক্রিয় ভাঙন বিক্রিয়া সংঘটিত হয়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

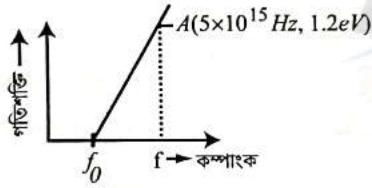
25. সর্বাপেক্ষা সবল বল কোনটি? **[Ans: c]**
(a) মহাকর্ষ বল (b) নিউক্লিয় দুর্বল বল
(c) নিউক্লিয় সবল বল (d) তড়িৎ চৌম্বক বল

26. কম্পাংক বনাম নিবৃত্তি বিভব লেখ এর নতি হলো –
(a) h/e (b) h (c) e (d) he
সমাধান: **(a)**; $hf = eV_S + hf_0 \Rightarrow V_S = \frac{h}{e}f - \frac{hf_0}{e}$
$\therefore$ ঢাল $= \frac{h}{e}$

27. এক্সরে এর বৈশিষ্ট্য হচ্ছে এটি- **[Ans: b]**
(i) চৌম্বকক্ষেত্র দ্বারা বিক্ষিপ্ত হয়
(ii) একটি আড় তরঙ্গ (iii) সরলরেখায় গমন করে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

28. এক্সরে উৎপাদন পদ্ধতি নয় নিচের কোনটি? **[Ans: b]**
(a) গ্যাস নল (b) রনজেন্ট টিউব
(c) কুলীজ নল (d) বিটাট্রন পদ্ধতি

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
নিচের চিত্রে একটি ধাতব পাতের উপর আপতিত আলোর কম্পাংক বনাম ধাতব পাত থেকে নির্গত ইলেকট্রনের গতিশক্তি দেখানো হলো।



29. সূচন কম্পাংকের মান কত?
(a) 5×10^{15}Hz (b) 4.7×10^{15}Hz
(c) 4.5×10^{15}Hz (d) 0.4×10^{15}Hz
সমাধান: **(b)**; $f_0 = \frac{hf - E_k}{h}$
$= \frac{6.63\times10^{-34}\times5\times10^{15} - 1.2\times1.6\times10^{-19}}{6.63\times10^{-34}} = 4.7 \times 10^{15}$Hz

30. উদ্দীপকের ধাতব পৃষ্টে 1000Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো আপতিত হলে–
(a) ইলেকট্রন নির্গত হবে (b) ইলেকট্রন নির্গত হবে না
(c) ইলেকট্রন শুধুমাত্র মুক্ত হবে
(d) ইলেকট্রন অত্যধিক গতিশক্তি প্রাপ্ত হবে
সমাধান: **(b)**; $\lambda_0 = \frac{c}{f_0} = \frac{2\times10^8}{4.7\times10^{15}} = 6.38 \times 10^{-8}$m
$= 638$Å $\therefore \lambda = 1000$Å $>$
$\therefore$ ইলেক্ট্রন নির্গত হবে না।

31. কাস্টমস কর্মকর্তারা চোরাচালানের দ্রব্যাদি খুঁজে বের করতে কোনটি ব্যবহার করেন? **[Ans: d]**
(a) ক্যাথোড রশ্মি (b) β রশ্মি
(c) α-রশ্মি (d) এক্সরে রশ্মি

32. $E = h\upsilon$ সূত্রটি কে প্রদান করেন? **[Ans: c]**
(a) ফ্যারাডে (b) আইনস্টাইন
(c) প্লাঙ্ক (d) নিউটন

জ্ঞানমূলক সৃজনশীল প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

CQ: বিগত বছরসমূহের বোর্ড পরীক্ষার জ্ঞানমূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. জড় প্রসঙ্গ কাঠামো কাকে বলে?
[DB'22; SB'21; BB'21; JB'21; CB'21; DB'16]
উত্তর: পরস্পরের সাপেক্ষে ধ্রুব বেগে গতিশীল যেসব প্রসঙ্গ কাঠামোতে জড়তার সূত্র এবং নিউটনের গতি সূত্র প্রযোজ্য হয় তাকে জড় প্রসঙ্গ কাঠামো বলে।

02. আপেক্ষিকতার প্রথম স্বীকার্য বিবৃত কর। **[RB'22; MB'21]**
উত্তর: "জড় কাঠামোতে বা গ্যালিলীয় কাঠামোতে পদার্থবিজ্ঞানের সূত্রসমূহ অভিন্ন থাকে"। অন্য কথায় বলা যায়, "পরস্পরের সাথে সমবেগে ধাবমান সকল প্রসঙ্গ কাঠামোতে পদার্থবিজ্ঞানের সূত্রগুলো একইরূপ সমীকরণ দ্বারা প্রকাশ যেতে পারে।"

03. দৈর্ঘ্য সংকোচন কাকে বলে?
[Ctg.B'22; CB'22; JB'19, Ctg.B'16]
উত্তর: কোনো বস্তুর সাপেক্ষে গতিশীল কাঠামো হতে বস্তুটির পরিমাপকৃত দৈর্ঘ্য, ঐ বস্তুর সাপেক্ষে স্থির কাঠামো হতে বস্তুটির পরিমাপকৃত দৈর্ঘ্যের চেয়ে কম হয়। একে দৈর্ঘ্য সংকোচন বলে।

04. দ্য ব্রগলীর তরঙ্গ কী? **[SB'22]**
উত্তর: পদার্থেরও তরঙ্গের মতো দ্বৈত প্রকৃতি রয়েছে। অর্থাৎ, প্রত্যেকটি চলমান পদার্থ কণার সাথে একটি তরঙ্গ যুক্ত থাকে। আবিষ্কারকের নাম অনুসারে এ তরঙ্গকে দ্য-ব্রগলী বস্তু তরঙ্গ নামে অভিহিত করা হয়।

05. ভরের আপেক্ষিকতা কাকে বলে?
[BB'22; DB'21; Ctg.B'21; MB'21]
উত্তর: আপেক্ষিকতা তত্ত্বানুসারে বস্তুর বেগের সাথে ভর বৃদ্ধি পায়। এ ঘটনাকে ভরের আপেক্ষিকতা বলে।

06. ফটোতড়িৎ ক্রিয়া কী?
[BB'22; CB'22; RB'16; Ctg.B'16, SB'15; CB'15]
উত্তর: যথোপযুক্ত উচ্চ কম্পাঙ্কবিশিষ্ট আলোক রশ্মি কোনো ধাতবপৃষ্ঠে আপতিত হলে তা থেকে ইলেকট্রন নিঃসৃত হয়, এ ঘটনাকে ফটোইলেকট্রিক ক্রিয়া বা আলোক তড়িৎ ক্রিয়া বলে।

07. সূচন কম্পাঙ্ক কাকে বলে? [JB'22; MB'22; DB'19; CB'17]

উত্তর: আপতিত ফোটনের কম্পাঙ্কের যে ন্যূনতম মানের জন্য ধাতব পৃষ্ঠ হতে ইলেকট্রন নির্গত হতে পারে, তাকে সূচন কম্পাঙ্ক বলে। আপতিত ফোটনের কম্পাঙ্কের মান সূচন কম্পাঙ্ক অপেক্ষা কম হলে আলোক তড়িৎ ক্রিয়া লক্ষ করা যাবে না।

08. আইনস্টাইনের আপেক্ষিকতার দ্বিতীয় স্বীকার্যটি লিখ। [JB'22]

উত্তর: সকল জড় প্রসঙ্গ কাঠামোতে শূন্যস্থানে আলোর বেগ সর্বদা ধ্রুব থাকে। এই স্বীকার্যকে আলোর দ্রুতির ধ্রুবতার নীতি বলা হয়।

09. কাল দীর্ঘায়ন কী? [Din.B'22; RB'21; CB'19; Din.B'17; JB'16; RB'15; BB'15]

উত্তর: কোনো জড় বা স্থির কাঠামোতে সংঘটিত ঘটনা উক্ত কাঠামো সাপেক্ষে গতিশীল অন্য কোনো কাঠামো থেকে লক্ষ করলে দেখা যাবে ঘটনার সময় ব্যবধান বৃদ্ধি পেয়েছে। এ বিষয়টিকে কাল দীর্ঘায়ন বলে।

10. গ্যালিলীয় রূপান্তর কী? [Ctg.B'21]

উত্তর: চিরায়ত পদার্থবিজ্ঞানের যে সকল সমীকরণ পরস্পরের সাপেক্ষে ধ্রুববেগে গতিশীল দুটি প্রসঙ্গ কাঠামোর সময় ও স্থানাঙ্কের মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন করে তাকে গ্যালিলীয় রূপান্তর বলে।

11. ফটোইলেকট্রন কাকে বলে? [DB'19]

উত্তর: কোনো ধাতুর উপর নির্দিষ্ট তরঙ্গদৈর্ঘ্যের চেয়ে কম তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো এসে পড়লে ধাতুটি হতে ইলেক্ট্রন নির্গত হয়। এই ইলেক্ট্রনকে ফটোইলেক্ট্রন বলে।

12. ফোটন কাকে বলে? [BB'19; Din.B'16]

উত্তর: ফোটন হলো সেই মৌলিক কণা যা তাড়িতচৌম্বক বিকিরণের ক্ষুদ্রতম একক (কোয়ান্টাম) এবং তাড়িতচৌম্বক বলের বাহক।

13. কার্যাপেক্ষক কাকে বলে? [Ctg.B'17]

উত্তর: কোনো ধাতব পৃষ্ঠ হতে শূন্য বেগসম্পন্ন ইলেকট্রন নির্গত করতে যতটুকু শক্তির প্রয়োজন হয়, তাকে ঐ ধাতুর কার্য অপেক্ষক বলে।

◆ CQ: সম্ভাব্য জ্ঞানমূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. প্রসঙ্গ কাঠামো কাকে বলে?

উত্তর: বস্তুর অবস্থান বা গতি বর্ণনার জন্য যে সুনির্দিষ্ট স্থানাঙ্ক ব্যবস্থা গ্রহণ করা হয় তাকে প্রসঙ্গ কাঠামো বলে।

02. হাইজেনবার্গের অনিশ্চয়তা সূত্রটি লিখ।

উত্তর: যদি কোনো কণার কোনো নির্দিষ্ট সময়ে অবস্থানের অনিশ্চয়তা Δx এবং ভরবেগের অনিশ্চয়তা Δp হয়, তবে এদের গুণফল প্লাংকের ধ্রুবকের সমান বা বড় হবে। একেই হাইজেনবার্গের অনিশ্চয়তা সূত্র বলে।

অনুধাবনমূলক সৃজনশীল প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

◆ CQ: বিগত বছরসমূহের বোর্ড পরীক্ষার অনুধাবনমূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. কোনো বস্তুর ভর কখনো অসীম হতে পারে না কেন? ব্যাখ্যা কর। [DB'22]

উত্তর: আপেক্ষিকতার তত্ত্বানুসারে, $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$

ভর অসীম হতে হলে, $\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} = 0 \Rightarrow \frac{v^2}{c^2} = 1 \Rightarrow v = c$

অর্থাৎ, কোনো বস্তুর ভর অসীম হতে হলে বস্তুকে আলোর বেগে গতিশীল করতে হবে, যা সম্ভব নয়।

02. গ্যালিলিও রূপান্তর লরেঞ্জ রূপান্তরের একটি বিশেষ রূপ- ব্যাখ্যা কর। [RB'22; JB'22; MB'21; SB'19]

উত্তর: লরেঞ্জ রূপান্তরের জন্য, $x' = \frac{x-vt}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$, $y' = y,\ z' = z$ এবং $t' = \frac{t-\frac{vx}{c^2}}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$

যখন $v \ll c$,তখন $1-\frac{v^2}{c^2} \approx 1$এবং $\frac{v^2}{c^2} \approx 0 \therefore x' = x - vt,\ y' = y,\ z' = z,\ t' = t$

এটিই গ্যালিলিও রূপান্তর। সুতরাং, কোনো গতিশীল কাঠামোর বেগ আলোর বেগের তুলনায় নগন্য হলে লরেঞ্জ রূপান্তর গ্যালিলিও রূপান্তরে পরিণত হয়।

03. ভরের আপেক্ষিকতা বলতে কী বুঝ? [Ctg.B'22]

উত্তর: আপেক্ষিকতা তত্ত্বানুসারে বস্তুর বেগের সাথে ভর বৃদ্ধি পায়। এ ঘটনাকে ভরের আপেক্ষিকতা বলে।

ভরের আপেক্ষিকতা হতে আমরা জানি, $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$

এখানে, m_0 হচ্ছে স্থির অবস্থায় বস্তুর ভর, m হচ্ছে গতিশীল অবস্থায় বস্তুর ভর এবং v হলো বস্তুর বেগ।

এখানে $v > c$ হলে m অবাস্তব হয় এবং $v = c$ হলে $m = \infty$ হয় যা সম্ভব নয়। তাই স্থির ভর সম্পন্ন কোনো বস্তু আলোর বেগে চলতে পারে না।

04. সমান গতিবেগ সম্পন্ন প্রোটন ও ইলেকট্রনের মধ্যে ইলেকট্রনের ডি ব্রগলি তরঙ্গদৈর্ঘ্য বেশি কেন? ব্যাখ্যা কর। [BB'22]

উত্তর: ডি-ব্রগলি সূত্রানুসারে, $p = \frac{hf}{c}$ সমান গতিবেগসম্পন্ন ইলেকট্রন ও প্রোটনের মধ্যে ইলেকট্রনের ভর অনেক কম। ফলে ভরবেগ p কম। একই কারণে কম্পাঙ্ক f ও কম।

বেগ একই থাকলে যার কম্পাঙ্ক কম, তার তরঙ্গদৈর্ঘ্য বেশী। এই কারণে ইলেকট্রনের ডি ব্রগলি তরঙ্গদৈর্ঘ্য বেশী।

05. প্লাটিনামের সূচন কম্পাঙ্ক 15.24×10^{14} Hz বলতে কী বুঝ? [CB'22]

উত্তর: প্লাটিনামের সূচন কম্পাঙ্ক 15.24×10^{14} Hz বলতে বোঝায় যে,

প্রতি ধাতুর বেলায় একটি নিম্নতম কম্পাঙ্ক আছে। আপতিত আলোর তীব্রতা যাই হোক না কেন তার কম্পাঙ্ক এই নিম্নতম কম্পাঙ্ক থেকে বেশি না হলে ঐ ধাতু থেকে ইলেকট্রন নিঃসৃত হয় না। এটাকে ধাতুর সূচন কম্পাঙ্ক বলে। তাই প্লাটিনামের সূচন কম্পাঙ্ক 15.24×10^{14} Hz বলতে বোঝায়, ন্যূনতম 15.24×10^{14} Hz এর চেয়ে বেশি কম্পাঙ্কের আলো পড়লে প্লাটিনাম হতে ইলেকট্রন নিঃসৃত হবে।

06. X-Ray পরীক্ষায় প্রাপ্ত X-Ray এর তীব্রতা পরীক্ষণের কোন বিষয়ের উপর নির্ভর করে? ব্যাখ্যাসহ লিখ। [Din.B'22]

উত্তর: X-Ray পরীক্ষার প্রাপ্ত X-Ray এর তীব্রতা নির্ভর করে উৎপন্ন X-Ray কণার সংখ্যার উপরে। এছাড়া তীব্রতা X-Ray তরঙ্গের কম্পাঙ্কের বর্গেরও সমানুপাতিক অর্থাৎ, $I \propto f^2$।

07. কোনো বস্তু আলোর বেগের থেকে বেশি বেগে চলা সম্ভব হলে ভরের কী পরিবর্তন ঘটতো–ব্যাখ্যা কর। [DB'21; BB'21; JB'21; CB'21; JB'19; BB'17]

উত্তর: ভরের আপেক্ষিকতা অনুসারে, $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$

যদি আলোর বেগে চলে তবে, $m = \frac{m_0}{0} = \infty$।

যদি আলোর বেগের বেশি বেগে চলে, $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$

$\frac{v}{c} > 1$ হলে, $\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$ অবাস্তব। ফলে ভরও অবাস্তব হবে, যা সম্ভব নয়।

08. "গ্যালিলিও রূপান্তর বিধি আইনস্টাইনের দ্বিতীয় স্বীকার্যকে সমর্থন করে না।"–ব্যাখ্যা কর। [RB'21]

উত্তর: আইনস্টাইনের দ্বিতীয় স্বীকার্য অনুসারে, শূন্যস্থানে আলোর বেগ সর্বদা একই থাকে। এ বেগ প্রবাহের দিক, উৎস বা পর্যবেক্ষকের আপেক্ষিক বেগের উপর নির্ভর করে না। কিন্তু গ্যালিলীয় রূপান্তর অনুযায়ী v বেগে চলমান কাঠামোতে আলোর বেগ $c' = c - v$ হয় অর্থাৎ আলোর বেগ পর্যবেক্ষক বা কাঠামোর বেগের উপর নির্ভর করে যা দ্বিতীয় স্বীকার্যের পরিপন্থী।

09. অজড় প্রসঙ্গ কাঠামোকে কখনো কি জড় প্রসঙ্গ কাঠামোয় রূপান্তর করা যায়? ব্যাখ্যা কর। [Ctg.B'21]

উত্তর: অজড় প্রসঙ্গ কাঠামোকে জড় প্রসঙ্গ কাঠামোতে রূপান্তরিত করা যায়। কোনো একটি প্রসঙ্গ কাঠামো পর্যবেক্ষকের সাপেক্ষে ধ্রুববেগে গতিশীল হলে সেটিকে জড় প্রসঙ্গ কাঠামো বলে। একটি অজড় প্রসঙ্গ কাঠামোর পর্যবেক্ষকের সাপেক্ষে ত্বরণ বিদ্যমান। তাই পরম স্থিতিশীল কোনো বস্তুর সাপেক্ষে একজন পর্যবেক্ষক যদি অজড় প্রসঙ্গ কাঠামোটির সমান ত্বরণে গতিশীল হন তবে পর্যবেক্ষক ও অজড় প্রসঙ্গ কাঠামোটির মধ্যে প্রতিক্ষণে তাৎক্ষণিক বেগ একই হবে অর্থাৎ আপেক্ষিক ত্বরণ শূন্য হবে এবং পর্যবেক্ষকের সাপেক্ষে সেটি তখন একটি জড় প্রসঙ্গ কাঠামো হবে।

10. আলোর দ্বৈতনীতি ব্যাখ্যা কর। [SB'21]

উত্তর: আলোর দ্বৈতনীতি বলতে আলোর একই সাথে তরঙ্গ ও কণার ন্যায় আচরণকে বোঝায়। আলো তরঙ্গের ন্যায় প্রতিফলন, প্রতিসরণ, ব্যতিচার ইত্যাদি প্রদর্শন করে। আবার, কণার ন্যায় আলোক তড়িৎক্রিয়া, পারমাণবিক বর্ণালি ইত্যাদি প্রদর্শন করে। আলোর এই উভয় ধরনের ধর্ম প্রদর্শনকে আলোর দ্বৈত নীতি বলে।

11. গ্যালিলিওর রূপান্তর ব্যাখ্যা কর। [SB'21]

উত্তর: যদি কোনো ঘটনা একই সাথে দুটি পৃথক কাঠামোয় ঘটে, তবে স্বাভাবিকভাবে দুটি কাঠামোর জন্য দুই প্রকারের সেট স্থানাঙ্ক পাওয়া যাবে। উক্ত ঘটনার জন্য দুই সেটের স্থানাঙ্কের মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন করার নিমিত্তে যে সমীকরণ পাওয়া যায় তাকেই গ্যালিলিওর রূপান্তর সমীকরণ বলে। যদি দুটি কাঠামোই অভ্যন্তরীণ কাঠামো হয়, তবে সে রূপান্তরকে গ্যালিলিও রূপান্তর বলে।

12. জড় কাঠামো ও অজড়কাঠামো দুটির মধ্যে পার্থক্য নিরূপণ কর। [Din.B'21]

উত্তর:

জড় প্রসঙ্গ কাঠামো	অজড় প্রসঙ্গ কাঠামো
১। পর্যবেক্ষকের সাপেক্ষে ধ্রুববেগে গতিশীল।	১। পর্যবেক্ষকের সাপেক্ষে ত্বরণ বিদ্যমান।
২। নিউটনের গতি সূত্রসমূহ প্রযোজ্য।	২। নিউটনের গতিসূত্রসমূহ সরাসরি প্রযোজ্য নয়।

13. গতিশীল বস্তুর দৈর্ঘ্য কি কখনো শূন্য হতে পারে? ব্যাখ্যা কর। [MB'21]

উত্তর: গতিশীল বস্তুর দৈর্ঘ্য, $L = L_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$

$L = 0$ হবে যদি $\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} = 0 \Rightarrow v = c$ হয়

∴ বস্তুটি আলোর বেগে গতিশীল হলে দৈর্ঘ্য শূন্য হবে। কিন্তু কোনো বস্তু আলোর সমান বেগে চলতে পারে না। তাই গতিশীল বস্তুর দৈর্ঘ্য শূন্য হওয়া সম্ভব নয়।

14. কোনো বস্তুর বেগ ফোটনের বেগের সমান হতে পারে না-ব্যাখ্যা কর। [DB'19]

উত্তর: ফোটনের বেগ c। ভরের আপেক্ষিকতা থেকে আমরা জানি, $m = \frac{m_o}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$

কোনো বস্তুর বেগ $v = c$ হলে, $m = \frac{m_o}{\sqrt{1-\frac{c^2}{c^2}}} = \infty$ হয়, যা অসম্ভব। তাই বস্তুর বেগ ফোটনের বেগের সমান হতে পারে না।

15. সকল কম্পাঙ্কের আলোর জন্য ফটোতড়িৎ ক্রিয়া সম্পন্ন হয় না-ব্যাখ্যা কর। [SB'19]

উত্তর: প্রতিটি ধাতুর জন্যই একটি ন্যূনতম কম্পাঙ্কের আলো রয়েছে যেটি ঐ ধাতুর উপর পড়লে ফটো ইলেকট্রন নির্গত হয়। এই কম্পাঙ্ককে সূচন কম্পাঙ্ক বলা হয়। ফটোতড়িৎ ক্রিয়ার সমীকরণ হতে আমরা জানি, $E = hf_o + K$ যখন আপতিত আলোর কম্পাংক $f < f_o$ হয়, তখন $E = hf = hf_o + K$ বা, $K = h(f - f_o)$ অর্থাৎ, ফটোইলেকট্রনের গতিশক্তি $K < 0$ হয়, যা সম্ভব নয়। তাই বলা যায়, সকল কম্পাঙ্কের আলোর জন্য ফটোতড়িৎ ক্রিয়া সম্পন্ন হয় না।

16. বড় বস্তুর তরঙ্গ বৈশিষ্ট্য অস্পষ্ট কেন ব্যাখ্যা কর। [BB'19]

উত্তর: ডি-ব্রগলীর তত্ত্ব অনুযায়ী, প্রতিটি চলমান পদার্থকণার সাথে একটি তরঙ্গ যুক্ত থাকে। ডি-ব্রগলীর তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = \frac{h}{p}$। বড় বস্তুর ক্ষেত্রে এই তরঙ্গদৈর্ঘ্যের মান এত ছোট হয় যে, তা সহজে পরিমাপ করা যায় না। ফলে তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পরিমাপে অনিশ্চয়তা বেশি হয়। যেহেতু $\lambda = \frac{h}{p}$ এখানে, h প্ল্যাংকের ধ্রুবক। তাই λ পরিমাপে অনিশ্চয়তা বৃদ্ধি পেলে ভরবেগ p এর পরিমাপেও অনিশ্চয়তা বৃদ্ধি পায়। আবার হাইজেনবার্গের অনিশ্চয়তা নীতি হতে, $\Delta p\Delta x \geq \frac{h}{4\pi}$। সুতরাং Δp বাড়লে অবস্থানের অনিশ্চয়তা Δx হ্রাস পায়। অবস্থানের অনিশ্চয়তা হ্রাস পাওয়ার অর্থ হলো তরঙ্গধর্ম হ্রাস পাওয়া। কারণ তরঙ্গ একই সময়ে অনেক জায়গাজুড়ে থাকতে পারে বলে তার জন্য অবস্থানের অনিশ্চয়তা বেশি। কিন্তু তরঙ্গদৈর্ঘ্য ছোট বলে ভরবেগের অনিশ্চয়তা কম হয়।

17. কোনো ধাতুর সূচন কম্পাঙ্ক 6.1×10^{-14}Hz – ব্যাখ্যা কর। [DB'17]

উত্তর: আপতিত বিকিরণে ন্যূনতম যে কম্পাঙ্কের জন্য কোনো ধাতব পৃষ্ঠ থেকে ইলেকট্রনের কেবল নিঃসরণ ঘটে তাকে ঐ ধাতুর সূচন কম্পাঙ্ক বলে। কোনো ধাতুর সূচন কম্পাঙ্ক 6.0×10^{-14}Hz -এর অর্থ হলো এই কম্পাঙ্কের চেয়ে কম কম্পাঙ্কের আলো ধাতব পৃষ্ঠের উপর আপতিত হলে ধাতব পৃষ্ঠ হতে কোনো ইলেকট্রন নিঃসরণ ঘটবে না।

18. আপেক্ষিক তত্ত্ব অনুসারে সমবেগে গতিশীল কাঠামোতে ঘড়ি ধীরে চলে কেন–ব্যাখ্যা কর। [RB'17]

উত্তর: কাল দীর্ঘায়ন বা সময় সম্প্রসারণের প্রভাবে সমবেগে গতিশীল কাঠামোতে ঘড়ি ধীরে ধীরে চলে। স্থির কাঠামো এবং গতিশীল কাঠামোর জন্য সময় যথাক্রমে t_0 ও t হলে, $t = \frac{t_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$.

19. **L_0 দৈর্ঘ্যের কোনো বস্তুকে আলোর বেগে মহাশূন্যে পাঠালে এর দৈর্ঘ্যের কিরূপ পরিবর্তন হবে?** [SB'17]

উত্তর: যদি পর্যবেক্ষকের সাপেক্ষে গতিশীল কোনো বস্তুর দৈর্ঘ্য L হয় এবং যদি ঐ পর্যবেক্ষকের সাপেক্ষে নিশ্চল অবস্থায় একই বস্তুর দৈর্ঘ্য L_0 হয় তবে দৈর্ঘ্য সংকোচনের সূত্রানুযায়ী, $L = L_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$

বা, $L = L_0\sqrt{1-\frac{c^2}{c^2}}$ [যেহেতু বস্তুটি আলোর বেগে গতিশীল]

বা, $L = L_0\sqrt{1-1}$ বা, $L = L_0 \times 0$ $\therefore L = 0$

অর্থাৎ L_0 দৈর্ঘ্যের কোনো বস্তুকে আলোর বেগে মহাশূন্যে পাঠালে এর দৈর্ঘ্য শূন্য হয়ে যাবে। অর্থাৎ বস্তুটি হারিয়ে যাবে।

20. **সূচন তরঙ্গদৈর্ঘ্য অপেক্ষা বেশি তরঙ্গদৈর্ঘ্যর আলো ধাতব পৃষ্ঠে আপতিত হলে ইলেকট্রন নির্গত হয়না কেন?** [BB'17]

উত্তর: প্রতিটি ধাতুর বেলায় একটি নিম্নতম কম্পাঙ্ক আছে। আপতিত আলোর তীব্রতা যতই হোক না কেন তার কম্পাঙ্ক এই নিম্নতম কম্পাঙ্ক থেকে বেশি না হলে ঐ ধাতু হতে ইলেকট্রন নিঃসৃত হয় না। এটাকে ধাতুর সূচন কম্পাঙ্ক বলে। আলোর তীব্রতা একই রেখে কম্পাঙ্ক পরিবর্তন করলে দেখা যাবে যে, কম্পাঙ্ক যতই বাড়ানো হয়, নিবৃত্তি বিভব ততই বেড়ে যায় কিন্তু তড়িৎ প্রবাহের কোনো পরিবর্তন হয় না। অর্থাৎ কম্পাঙ্ক বৃদ্ধির সাথে সাথে ফটো ইলেকট্রনের সর্বোচ্চ গতিশক্তি বৃদ্ধি পায়। কম্পাঙ্ক হ্রাস করলে সূচন কম্পাঙ্কের নিচে ঐ ধাতু হতে ইলেকট্রন নিঃসৃত হয় না। কারণ নিবৃত্তি ন্যূনতম পর্যায়ে চলে যায়। আর তরঙ্গদৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পাওয়া মানে কম্পাঙ্ক হ্রাস পাওয়া। তাই সূচন তরঙ্গদৈর্ঘ্য অপেক্ষা বেশি তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো ধাতব পৃষ্ঠে আপতিত হলে e^- নির্গত হয় না।

21. **ধাতুসমূহের সূচন কম্পাংক না থাকলে কী ঘটনা ঘটত ব্যাখ্যা কর।** [BB'17]

উত্তর: প্রতিটি ধাতুর বেলায় একটি নিম্নতম কম্পাঙ্ক আছে। আপতিত আলোর তীব্রতা যাই হোক না কেন তার কম্পাঙ্ক এই নিম্নতম কম্পাঙ্ক থেকে বেশি না হলে ঐ ধাতু থেকে ইলেকট্রন নিঃসৃত হয় না। এটাকে ধাতুর সূচন কম্পাঙ্ক বলে। আলোর কম্পাঙ্ক এর মান হ্রাস পেতে থাকলে ইলেকট্রনের বেগ হ্রাস পায় এবং একটি ন্যূনতম কম্পাঙ্ক এর জন্য বেগ শূন্য হয়ে যায়। ফলে কোনো ফটোইলেকট্রন নিঃসৃত হয় না। সুতরাং প্রত্যেক ধাতুর জন্য সূচন কম্পাঙ্ক আবশ্যক। সূচন কম্পাঙ্ক না থাকলে ইলেকট্রন নিঃসৃত হবে না।

22. **ফটোতড়িৎ ক্রিয়া ব্যাখ্যায় প্লাঙ্কের তত্ত্বের প্রয়োজন কেন? ব্যাখ্যা কর।** [Din.B'17]

উত্তর: যথোপযুক্ত উচ্চ কম্পাঙ্কবিশিষ্ট আলোক কোনো ধাতব পৃষ্ঠে আপতিত হলে তা থেকে ইলেকট্রন নি:সৃত হয়। এ ঘটনাই ফটোতড়িৎ ক্রিয়া নামে পরিচিত। ফটোতড়িৎ প্রক্রিয়ার ঘটনাবলি কোয়ান্টাম তত্ত্ব দ্বারা বিশদভাবে ব্যাখ্যা করা যায়। কোয়ান্টাম তত্ত্বানুযায়ী, আপাত অবিচ্ছিন্ন তড়িৎ চৌম্বক তরঙ্গ হলো ছিন্নায়িত কোয়ান্টামের সমষ্টি। এই কোয়ান্টামকে বলা হয় ফোটন। কোনো ফোটনের শক্তি E এবং কম্পাঙ্ক f হলে, $E = hf = \frac{hc}{\lambda}$

এখানে, h হলো প্লাঙ্কের ধ্রুবক, এর মান হলো 6.63×10^{-34}Js। প্লাঙ্ক ধরে নিয়েছিলেন যে, আলো ছিন্নায়িত কোয়ান্টামের আকারে নি:সৃত হলেও তা অবিচ্ছিন্নভাবে প্রবাহিত হয়। অর্থাৎ ফটোতড়িৎ ক্রিয়া ব্যাখ্যার জন্য প্লাঙ্কের তত্ত্বের প্রয়োজন।

◆ **CQ: সম্ভাব্য অনুধাবনমূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর**

01. **বিশেষ আপেক্ষিক তত্ত্বের স্বীকার্যগুলো লিখ।**

উত্তর: (i) সব জড় কাঠামোতে পদার্থবিজ্ঞানের মৌলিক সূত্রসমূহ অভিন্ন থাকে।

(ii) শূন্যস্থানে সব জড় প্রসঙ্গ কাঠামোতে পর্যবেক্ষকের নিকট আলোর বেগ সর্বদা সমান থাকে।

প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতামূলক সৃজনশীল প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

◆ **CQ: বিগত বছরসমূহের বোর্ড পরীক্ষার প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতামূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর**

01. অনন্যা সিজিয়াম ধাতুর পাতে 4.5×10^{-7}m তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো আপতিত করে ফটো-তড়িৎ ক্রিয়ার পরীক্ষা পরিচালনা করছে। সে নিবৃত্তি বিভব পেলো 1.5 V। পরবর্তীতে সে 5.5×10^{-7}m তরঙ্গদৈর্ঘ্যের সবুজ আলো ব্যবহার করে। [DB'22]

[দেওয়া আছে, ইলেকট্রনের ভর = 9.1×10^{-31} kg]

(গ) উদ্দীপক অনুসারে ফটোইলেকট্রনের সর্বোচ্চ গতিবেগ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) সবুজ আলো ব্যবহার করায় ফটোতড়িৎ প্রবাহ ঘটবে কিনা? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও। ৪

উত্তর

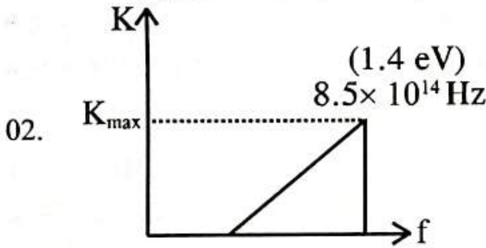
গ. দেওয়া আছে,
নিবৃত্তি বিভব 1.5 V
আমরা জানি, $K_{max} = eV = e \times 1.5 = 2.4 \times 10^{-19}$ J
প্রশ্নমতে, $\frac{1}{2} m_e v_{max}^2 = 2.4 \times 10^{-19}$ J
$\Rightarrow \frac{1}{2} \times 9.1 \times 10^{-31} \times v_{max}^2 = 2.4 \times 10^{-19}$ J
$\Rightarrow v_{max}^2 = 5.274 \times 10^{11}$
$\therefore v_{max} = 726.273 \times 10^3$ ms^{-1} **(Ans.)**

ইলেকট্রনের ভর,
$m_e = 9.1 \times 10^{-31}$ kg
সর্বোচ্চ গতিবেগ, v_{max} =?

ঘ. ধরি, সিজিয়াম ধাতুর সূচন তরঙ্গদৈর্ঘ্য $= \lambda_0$
$\lambda = 4.5 \times 10^{-7}$m তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলোর ক্ষেত্রে, $\frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_0} + 1.5 \times 1.6 \times 10^{19} \Rightarrow hc\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0}\right) = 2.4 \times 10^{-19}$

$\Rightarrow \frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0} = \frac{2.4 \times 10^{-19}}{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8} \Rightarrow \frac{1}{4.5 \times 10^{-7}} - \frac{1}{\lambda_0} = 1206636.5 \Rightarrow 2222222.2 - 1206636.5 = \frac{1}{\lambda_0}$

$\Rightarrow \lambda_0 = \frac{1}{1015585.7} \therefore \lambda_0 = 9.85 \times 10^{-7}$m
সবুজ আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda_{green} = 5.5 \times 10^{-7}$m
যেহেতু $\lambda_{green} < \lambda_0$, সুতরাং সবুজ আলো ব্যবহার করায় ফটোতড়িৎ প্রবাহ ঘটবে।

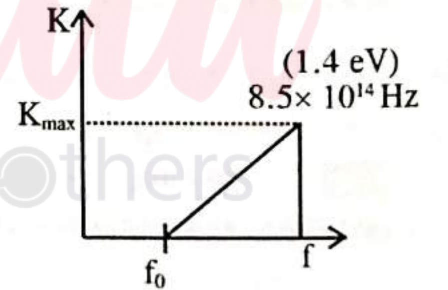
02. 

দ্বাদশ শ্রেণির বিজ্ঞানের ছাত্রী মিনা পরীক্ষাগারে ফটোতড়িৎ ক্রিয়া প্রদর্শন করে তার প্রাপ্ত ফলাফল হতে উল্লিখিত গ্রাফটি অঙ্কন করলো। পরীক্ষাগারে **1.5volt** এর একটি ব্যাটারী আছে। **[RB'22]**

(গ) সূচন তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) মিনা কি কোনোভাবে উক্ত পরীক্ষায় প্রাপ্ত ফটোপ্রবাহ ঐ ব্যাটারীর সাহায্যে বন্ধ করতে পারবে? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা দাও। ৪

উত্তর

গ. দেওয়া আছে,
কম্পাঙ্ক, $f = 8.5 \times 10^{14}$ Hz
সূচন তরঙ্গদৈর্ঘ্য, λ_0 =?
প্লাঙ্কের ধ্রুবক, $h = 6.63 \times 10^{-34}$ Js
সর্বোচ্চ গতিশক্তি, $K_{max} = 1.4$ eV $= 1.4 \times 1.6 \times 10^{-19}$ J
$= 2.24 \times 10^{-19}$ J = 585.77 nm **(Ans.)**
আমরা জানি, $hf = hf_0 + K_{max} \Rightarrow hf = \frac{hc}{\lambda_0} + K_{max}$



$\Rightarrow 6.63 \times 10^{-34} \times 8.5 \times 10^{14} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{\lambda_0} + 2.24 \times 10^{-19} \Rightarrow \lambda_0 = 5.8577 \times 10^{-7}$ m

ঘ. উদ্দীপক হতে পাই,
ইলেকট্রনের সর্বোচ্চ গতিশক্তি $K_{max} = 1.4$eV
অর্থাৎ নিবৃত্তি বিভব 1.4V
ব্যাটারীর তড়িচ্চালক শক্তি, E = 1.5V
দেখা যাচ্ছে, ব্যাটারির তড়িচ্চালক শক্তি নিবৃত্তি বিভব অপেক্ষা বেশি।
তাই বলা যায়, উক্ত পরীক্ষায় প্রাপ্ত ফটোপ্রবাহ ঐ ব্যাটারীর সাহায্যে বন্ধ করা সম্ভব।

03. 5.55×10^{14} **Hz** সূচন কম্পাঙ্কের একখণ্ড ধাতুর উপর **2800** Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো পতিত হলে ধাতু থেকে ইলেকট্রন নির্গত হয়। **[Ctg.B'22]**

(গ) নির্গত ফটোইলেকট্রনের সর্বোচ্চ গতিবেগ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) ধাতুখণ্ডের উপর **3800** Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো আপতিত হলে ইলেকট্রন নির্গত হবে কি না? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. সূচন কম্পাঙ্ক, $\nu_0 = 5.55 \times 10^{14}$ Hz

তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 2800$ Å

প্লাঙ্কের ধ্রুবক, $h = 6.63 \times 10^{-34}$ Js; ভর, $m_e = 9.11 \times 10^{-31}$kg

সর্বোচ্চ গতিবেগ, $v_{max} = ?$

আমরা জানি, $h\nu = h\nu_0 + E_{k_{max}} \Rightarrow \frac{hc}{\lambda} = h\nu_0 + \frac{1}{2}m_e v_{max}^2$

$\Rightarrow \frac{6.63\times10^{-34}\times3\times10^8}{2800\times10^{-10}} - 6.63 \times 10^{-34} \times 5.55 \times 10^{14} = \frac{1}{2} \times 9.11 \times 10^{-31} \times v_{max}^2 \Rightarrow \frac{3.424\times10^{-19}\times2}{9.11\times10^{-31}} = v_{max}^2$

$\therefore v_{max} = \sqrt{7.517 \times 10^{11}} = 867 \times 10^3\ ms^{-1} = 867\ kms^{-1}$ **(Ans.)**

ঘ. ধাতুখণ্ডের উপর 3800 Å তরঙ্গদৈঘ্যের আলো আপতিত হলে ইলেকট্রন নির্গত হবে যদি $\frac{hc}{\lambda} > \phi$ হয়।

$\therefore$ কার্যাপেক্ষক, $\phi = h\nu_0$

$= 6.63 \times 10^{-34} \times 5.55 \times 10^{14}$

$= 3.67965 \times 10^{-19}$J

| $h = 6.63 \times 10^{-34}$ Js
| সূচন কম্পাঙ্ক,
| $\nu_0 = 5.55 \times 10^{14}$Hz

3800 Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো আপতিত করলে, $\lambda' = 3800$ Å $= 3800 \times 10^{-10}$ m

$\therefore E' = \frac{hc}{\lambda'} = \frac{6.63\times10^{-34}\times3\times10^8}{3800\times10^{-10}} = 5.234 \times 10^{-19}$ J

$\because E' > \phi$, তাই বলা যায়, ইলেকট্রন নির্গত হবে।

04. একজন মহাশূন্যচারী **25** বছর বয়সে **2.5×10⁸ ms⁻¹** বেগে একটি রকেটে চড়ে নতুন গ্রহ অনুসন্ধানে গেল। পৃথিবীতে রকেটের দৈর্ঘ্য ছিল **72 m**। **[SB'22]**

(গ) উক্ত গতিশীল রকেটের দৈর্ঘ্য কত হবে? ৩

(ঘ) অনুসন্ধান শেষে নভোচারী পৃথিবীর হিসাবে **25** বছর পর ফিরে আসলে আপেক্ষিক তত্ত্ব অনুযায়ী তার বয়স পৃথিবীর ক্যালেন্ডার মোতাবেক একই হবে কিনা—গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণের মাধ্যমে তোমার মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. পৃথিবীতে রকেটের দৈর্ঘ্য, $L_0 = 72$ m

বেগ, $v = 2.5 \times 10^8\ ms^{-1}$

গতিশীল দৈর্ঘ্য, $L = L_0\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = 72 \times \sqrt{1 - \left(\frac{2.5\times10^8}{3\times10^8}\right)^2} = 39.8$ m **(Ans.)**

ঘ. পৃথিবীতে অতিবাহিত সময়, $t = 25$ বছর

মহাশূন্যচারীর নিজস্ব কাঠামোতে অতিক্রান্ত সময়, $t_0 = ?$

এখন, আপেক্ষিকতার তত্ত্বানুসারে, $t = \frac{t_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow t_0 = 25 \times \sqrt{1 - \left(\frac{2.5\times10^8}{3\times10^8}\right)^2} = 13.82$ বছর

পৃথিবীর ক্যালেন্ডার মোতাবেক বয়স = (25 + 25) বছর = 50 বছর

আপেক্ষিকতার তত্ত্বানুসারে বয়স = (25 + 13.82) বছর = 38.82 বছর

উভয়ক্ষেত্রে বয়স সমান হবে না।

05. **0.6 c** গতিতে চলমান একটি রকেটে **0.5 kg** ভরের এক মিটার লম্বা একটি তামার দণ্ড রাখা আছে। স্থির অবস্থায় তামার ঘনত্ব **8960 kgm^{-3}**, c আলোর দ্রুতি। [BB'22]

(গ) তামার দণ্ড থেকে প্রাপ্ত শক্তি নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) প্রস্থ ও বেধ আপেক্ষিকতার বিবেচনায় না এনে রকেটে তামার ঘনত্বের কীরূপ পরিবর্তন হবে? গাণিতিক ব্যাখ্যাসহ দেখাও। ৪

উত্তর

গ.

দেওয়া আছে, $m_0 = 0.5$ kg ; $v = 0.6c$; $c = 3 \times 10^8$ ms^{-1}

আমরা জানি,

তামার মোট শক্তি, $E = mc^2 = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}c^2 = \frac{0.5}{\sqrt{1-(0.6)^2}} \times c^2 = \frac{5}{8} \times (3 \times 10^8)^2 = 5.625 \times 10^{16}$ J

ঘ. আমরা জানি, $\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{AL}$

এখন, স্থির অবস্থায় তামার ঘনত্ব, $\rho_0 = 8960$ kgm^{-3}

$\rho_0 = \frac{m_0}{V_0} = \frac{m_0}{A_0 L_0} = 8960$ kgm^{-3}

এখন, তামার দণ্ডের প্রস্থ ও বেধ এর আপেক্ষিকতা বিবেচনা না করলেও ভর ও দৈর্ঘ্যের আপেক্ষিকতা বিবেচনা করতে হবে।

অর্থাৎ, $\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{A_0 L}$ [$\because A_0$ = প্রস্থ × বেধ]

$$= \frac{m_0}{\left(\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}\right) \cdot A_0 \times L_0 \left(\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}\right)} \quad \left[\because m = \left(\frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}\right),\ L = L_0\left(\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}\right)\right]$$

$= \frac{m_0}{A_0 L_0 \left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)} = \frac{\rho_0}{\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)} = \frac{8960}{\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)} = \frac{8960}{\left(1-\frac{0.6^2 c^2}{c^2}\right)}$ [এখানে, $v = 0.6c$] $= \frac{8960}{(1-0.6^2)} = 14000$ kgm^{-3}

$\therefore$ তামার ঘনত্ব, $\rho = 14000$ kgm^{-3}

$\frac{\rho}{\rho_0} = \frac{14000}{8960} = 1.5625$ গুণ অর্থাৎ, পরিবর্তন হয় $= (1.5625 - 1)$ গুণ $= 0.5625$ গুণ।

সুতরাং, বলা যায়, রকেটে তামার ঘনত্ব 0.5625 গুণ বৃদ্ধি পায়।

06. রিয়া এবং রিপা দুটি অপবর্তন গ্রেটিং নিয়ে পরীক্ষা করছিল। রিয়ার গ্রেটিং এ প্রতি সেন্টিমিটারে দাগসংখ্যা **6000**। এর ভিতরে কমলা রঙের আলো ফেলা হলো। অপরদিকে রিপার গ্রেটিং-এর গ্রেটিং ধ্রুবক **1.6×10^{-6} m**। সে সবুজ আলো নিয়ে পরীক্ষা করছিল। রিয়া বলল প্রথম উজ্জ্বল রেখার জন্য অপবর্তন কোণ আমার ক্ষেত্রে বেশি হবে। রিপা বলল, দেখা যাক। [BB'22]

আলোর বর্ণ	তরঙ্গ (Å)
কমলা	**6000**
সবুজ	**5000**
বেগুনী	**4000**

(গ) বেগুনী আলোর ক্ষেত্রে একটি ফোটনের শক্তি নির্ণয় কর। ৩

উত্তর

গ. বেগুনী আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\lambda = 4000$ Å $= 4000 \times 10^{-10}$ m

প্লাঙ্কের ধ্রুবক, $h = 6.63 \times 10^{-34}$ Js

$c = 3 \times 10^8$ ms^{-1}

আমরা জানি, একটি ফোটনের শক্তি, $E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{4000 \times 10^{-10}} = 4.9725 \times 10^{-19}$ S

07. কবির ও আবির 30 বছর বয়সে যথাক্রমে $0.88\,c$ এবং $0.99\,c$ বেগে গতিশীল দুটি মহাশূন্যযানে করে মহাকাশ ভ্রমণে গেলেন। পৃথিবীর হিসেবে 20 বছর পর তারা পৃথিবীতে ফিরে এলেন। [JB'22]

(গ) উদ্দীপকের আলোকে পৃথিবীতে ফিরে আসার পর তাদের বয়সের ব্যবধান কত হবে? ৩

(ঘ) যাত্রাকালে পৃথিবীতে উভয়ের ভর 70 kg হলে গতিশীল অবস্থায় তাদের ভর সমান হবে কিনা–গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও। ৪

উত্তর

গ. পৃথিবীতে অতিক্রান্ত সময়, $t = 20$ বছর

কবিরের বেগ, $v_1 = 0.88\,c$

আবিরের বেগ, $v_2 = 0.99\,c$

কবিরের কাঠামোতে অতিক্রান্ত সময়, $t_{01} = t\sqrt{1-\frac{v_1^2}{c^2}} = 20 \times \sqrt{1-(0.88)^2} = 9.5$ বছর

আবিরের কাঠামোতে অতিক্রান্ত সময়, $t_{02} = t\sqrt{1-\frac{v_2^2}{c^2}} = 20 \times \sqrt{1-(0.99)^2} = 2.82$ বছর

তাদের বয়সের ব্যবধান হবে = (9.5 − 2.82) বছর = 6.68 বছর **(Ans.)**

ঘ. পৃথিবীতে উভয়ের ভর, $m_0 = 70$ kg

কবিরের গতিশীল ভর, $m_k = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v_1^2}{c^2}}} = \frac{70}{\sqrt{1-(0.88)^2}} = 147.38$ kg

আবিরের গতিশীল ভর, $m_a = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v_2^2}{c^2}}} = \frac{70}{\sqrt{1-(0.99)^2}} = 496.22$ kg

যেহেতু, $m_k \neq m_a$

সুতরাং, গতিশীল অবস্থায় তাদের ভর সমান হবে না।

08. একজন মহাশূন্যচারী 25 বছর বয়সে $1.8 \times 10^8\ ms^{-1}$ বেগে গতিশীল একটি মহাশূন্যযানে চড়ে মহাকাশ ভ্রমণে গেলেন। পৃথিবীর হিসাবে তিনি 30 বছর মহাকাশে কাটিয়ে ভূপৃষ্ঠে ফিরে এলেন। পৃথিবীতে মহাশূন্যযানটির দৈর্ঘ্য ছিল 80 m। [CB'22]

(গ) পৃথিবী থেকে পরিমাপকৃত গতিশীল মাহশূন্যযানটির দৈর্ঘ্য কত? ৩

(ঘ) উদ্দীপকের উল্লিখিত মহাশূন্যচারী ভূ-পৃষ্ঠে ফিরে এসে 45 তম জন্মদিন পালন করবে-এ কথার সঠিকতা যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. মহাশূন্যযানটির,

স্থির দৈর্ঘ্য, $L_0 = 80$ m; $c = 3 \times 10^8 ms^{-1}$

বেগ, $v = 1.8 \times 10^8 ms^{-1}$

গতিশীল দৈর্ঘ্য, $L = L_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} = 80 \times \sqrt{1-\left(\frac{1.8\times10^8}{3\times10^8}\right)^2} = 64$ m (Ans)

ঘ. পৃথিবীতে অতিবাহিত সময়, $t = 30$ বছর

মহাশূন্যচারীর নিজের কাঠামোতে অতিবাহিত সময়, $t_0 = ?$

বেগ, $v = 1.8 \times 10^8 ms^{-1}$

তাহলে, আপেক্ষিকতার সূত্রানুসারে, $t = \frac{t_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow t_0 = t\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} = 30 \times \sqrt{1-\left(\frac{1.8\times10^8}{3\times10^8}\right)^2} = 24$ বছর

ভূ-পৃষ্ঠে ফিরে এলে মহাকাশচারীর বয়স হবে = (25 + 24) বছর = 49 বছর

∴ উদ্দীপকের মহাকাশচারী ভূ-পৃষ্ঠে ফিরে এসে 45 তম জন্মদিন পালন করবে-এ কথা সঠিক নয়।

09. ফটোতড়িৎ ক্রিয়ায় A, B এবং C তিনটি ধাতব প্লেট ব্যবহার করা হলো যাদের কার্যঅপেক্ষক যথাক্রমে $W_A = 3$ eV, $W_B = 4$ eV এবং $W_C = 5$ eV এবং আলাদাভাবে এদের উপর যথাক্রমে 500 nm, 400 nm এবং 300 nm তরঙ্গদৈর্ঘ্যের সমতীব্রতার আলো ফেলে ফটোতড়িতের মান পরীক্ষা করা হলো। [$h = 6.6 \times 10^{-34}$ Js] [Din.B'22]

(গ) A প্লেটের ক্ষেত্রে নির্গত ইলেকট্রনের সর্বোচ্চ গতিশক্তি নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের তথ্য হতে তিনটি ধাতুর ক্ষেত্রে নিবৃত্তি বিভবের মানের তুলনামূলক বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. A প্লেটের ক্ষেত্রে, কার্যপেক্ষক, $W_A = 3eV = (3 \times 1.6 \times 10^{-19})\ J = 4.8 \times 10^{-19}\ J$

আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\lambda = 500nm = 500 \times 10^{-9}$ m

তাহলে, আপতিত আলোর শক্তি, $E = \frac{hc}{\lambda} \cdot = \frac{6.63\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{500\times10^{-9}}, = 3.98 \times 10^{-19}\ J < W_A$

অর্থাৎ, A প্লেটের ক্ষেত্রে ইলেকট্রন নির্গতই হবে না, সর্বোচ্চ গতিশক্তি 0।

ঘ. A প্লেটের ক্ষেত্রে নিবৃত্তি বিভব শূন্য, কারণ ইলেকট্রন নির্গতই হবে না।

B প্লেটের ক্ষেত্রে, $W_B = 4eV$

আপতিত আলোর শক্তি, $E_B = \frac{hc}{\lambda_B} = \frac{6.63\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{400\times10^{-9}}, = 4.97 \times 10^{-19} J = 3.1\ eV < W_B$

নিবৃত্তি বিভব = 0V, কেননা ইলেকট্রন নির্গতই হবে না।

C প্লেটের ক্ষেত্রে, $W_C = 5$ eV

আপতিত আলোর শক্তি, $W_C = \frac{hc}{\lambda_C} = \frac{6.63\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{300\times10^{-9}} = 6.63 \times 10^{-19} J = 4.14\ eV < W_C$

অর্থাৎ, তিনটি ধাতুর কোনোটির ক্ষেত্রেই নিবৃত্তি বিভবের সৃষ্টি হবে না।

10. কোনো এক মহাকাশ গবেষণা কেন্দ্র থেকে 500 kg ভরের এবং 11.5 m দৈর্ঘ্যের একটি নভোযান 0.3 c বেগে উৎক্ষেপণ করা হয়েছিল। [MB'22]

(গ) নভোযানের চলমান দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) নভোযানটির বেগ দ্বিগুণ করলে গতিশীল ভর দ্বিগুণ হবে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. নভোযানের,

স্থির দৈর্ঘ্য, $L_o = 11.5$ m

বেগ, $v = 0.3$ c

চলমান দৈর্ঘ্য, L =?

আমরা জানি, $L = L_o\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} = 11.5 \times \sqrt{1-\frac{(0.3c)^2}{c^2}} = 11.5 \times \sqrt{1-0.3^2} = 10.97$ m (Ans)

ঘ. বেগ দ্বিগুণ করা হলে, $v' = 0.3c \times 2 = 0.6$ c

নভোযানটির স্থির ভর, $m_o = 500$ kg

প্রাথমিক বেগ, v = 0.3c

∴ গতিশীল ভর, m =?

আমরা জানি, $m = \frac{m_o}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{500}{\sqrt{1-\frac{(0.3c)^2}{c^2}}} = \frac{500}{\sqrt{1-0.3^2}} = 524.14$ kg

অপরদিকে, বেগ দ্বিগুণ করা হলে, $v' = 0.6c$ ∴ গতিশীল ভর, m' =?

$m' = \frac{m_o}{\sqrt{1-\frac{v'^2}{c^2}}} = \frac{500}{\sqrt{1-\frac{(0.6c)^2}{c^2}}} = \frac{500}{\sqrt{1-0.6^2}} = 625\ kg \therefore \frac{m'}{m} = \frac{625}{524.14} = 1.2$

অর্থাৎ, m' = 1.2 m

সুতরাং এই সিদ্ধান্ত উপনীত হওয়া যায় যে, নভোযানটির বেগ দ্বিগুণ করা হলে গতিশীল ভর দ্বিগুণ হয় না।

11. একটি যুদ্ধবিমানের চলমান দৈর্ঘ্য **180m** এবং চলমান ভর **18000 kg**। এটি কোনো স্থির পর্যবেক্ষকের সাপেক্ষে $18 \times 10^7\ ms^{-1}$ বেগে গতিশীল। **[DB'21]**

(গ) যুদ্ধ বিমানের স্থির দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকে উল্লিখিত যুদ্ধ বিমানের বেগ অর্ধেক করা হলে এর ভর স্থির ভরের দ্বিগুণ হবে কিনা? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ.

$$L = L_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} \Rightarrow L_0 = \frac{L}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{180}{\sqrt{1-\left(\frac{18\times10^7}{3\times10^8}\right)^2}}$$

$\therefore L_0 = 225\ m$ **(Ans.)**

$L = 180\ m$
$v = 18 \times 10^7\ ms^{-1}$
[ধরি, যুদ্ধবিমানটির স্থির ভর m_0]

ঘ. বেগ অর্ধেক করলে, $v' = 9 \times 10^7\ ms^{-1}, m = 18000\ kg$

$\therefore$ পরিবর্তিত গতিশীল ভর, $m' = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow \frac{m'}{m_0} = \frac{1}{\sqrt{1-\left(\frac{9\times10^7}{3\times10^8}\right)^2}} \Rightarrow \frac{m'}{m_0} = 1.0483 \Rightarrow m' = 1.0483m_0$

$\therefore$ বেগ অর্ধেক করা হলে এর ভর স্থির ভরের দ্বিগুণ হবে না।

12. **30** বছর বয়সী একজন নভোচারী একটি রকেটে চড়ে নতুন গ্রহের অনুসন্ধানে গেল। রকেটটিকে এমন বেগে চালানো হলো যেন তার গতিশীল দৈর্ঘ্য নিশ্চল অবস্থার দৈর্ঘ্যের অর্ধেক হয়। অনুসন্ধান শেষে উক্ত নভোচারী রকেটের ক্যালেন্ডার অনুযায়ী **30** বছর পর ফিরে আসল। **[RB'21]**

(গ) রকেটটি কত বেগে চলছিল? নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) আপেক্ষিক তত্ত্ব অনুসারে পৃথিবীতে ফিরে আসার পর পৃথিবী ক্যালেন্ডার অনুসারে উক্ত নভোচারী বয়স একই থাকবে কিনা? গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে মন্তব্য কর। ৪

উত্তর

গ. আমরা জানি, $L = L_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} \Rightarrow \frac{1}{2} = \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} \Rightarrow \frac{v}{c} = \frac{\sqrt{3}}{2}$

$\Rightarrow v = \frac{\sqrt{3}}{2}c = 2.598 \times 10^8\ m/s$ **(Ans.)**

ধরি, রকেটটির নিশ্চল দৈর্ঘ্য $= L_0$
রকেটির চলমান দৈর্ঘ্য $= L \therefore L = \frac{L_0}{2}$
রকেটটির বেগ, $v = ?$

ঘ. দেওয়া আছে,
নভোচারীর রকেটে ক্যালেন্ডার অনুযায়ী অতিক্রান্ত সময়, $t_0 = 30$ বছর।
নভোচারীর রকেটটির বেগ, $v = 2.598 \times 10^8\ m/s$
পৃথিবীতে অতিক্রান্ত সময়, $t = ?$

আমরা জানি, $t = \frac{t_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{30}{\sqrt{1-\left(\frac{2.598\times10^8}{3\times10^8}\right)^2}} = 60$ বছর

$\therefore$ রকেটের ক্যালেন্ডার অনুযায়ী নভোচারীর বয়স $= 60$ বছর।
পৃথিবীতে নভোচারীর বয়স $= (30 + 60) = 90$ বছর।
আপেক্ষিক তত্ত্ব অনুসারে উভয় জায়গায় বয়স একই থাকবে না।

13. রহিম ও রায়হান দুই বন্ধুর জন্ম **1980** সালে। তারা যে স্কুলের ছাত্র ছিল সে স্কুল স্থাপিত হয় **1950** সালে। **30** বছর বয়সে রায়হান **90** মিটার লম্বা মহাকাশযানে চড়ে **0.8c** বেগে মহাকাশে যাত্রা শুরু করলো এবং রায়হানের হিসাব মতে **23** বছর পরে ফিরে এলো তার স্কুলের **100** বছর পূর্তি অনুষ্ঠানে যোগ দেওয়ার জন্য। **[Ctg.B'21]**

(গ) রহিমের নিকট মহাকাশ যানের দৈর্ঘ্য কত মনে হবে? ৩

(ঘ) রায়হান তার স্কুলের অনুষ্ঠানে যোগ দিতে পারবে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. 4 নং (গ) এর অনুরূপ

ঘ. স্কুলটির 100 বছর পূর্তি হবে $(1950 + 100) = 2050$ সালে অর্থাৎ এক্ষেত্রে রায়হানকে 2050 সালের আগে ফেরত আসতে হবে। রায়হান 30 বছর বয়সে $(1980 + 30) = 2010$ সালে মহাশূন্যে যাত্রা করে।

যাত্রাকালে পৃথিবীতে অতিক্রান্ত সময়,

$t = \frac{t_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{23}{\sqrt{1-0.8^2}} = 38.33$ বছর (প্রায় 38 বছর) | $t_0 = 23$ বছর ; $v = 0.8c$

অর্থাৎ, রায়হান $(2010 + 38) = 2048$ সালে পৃথিবীতে ফেরত আসবে।

সুতরাং তার পক্ষে 100 বছর পূর্তি অনুষ্ঠানে যোগদান সম্ভব।

14. **একজন মহাশূন্যচারী 25 বছর বয়সে $2.4 \times 10^8\ ms^{-1}$ বেগে গতিশীল একটি মহাশূন্যযানে চড়ে মহাকাশ ভ্রমণে গিয়ে ফিরে এলেন। পৃথিবীর মানুষ তাকে দেখতে পেলেন 75 বছর বয়সের একজন বৃদ্ধ হিসেবে।** **[SB'21]**

(গ) **মহাশূন্যচারীর বয়স নির্ণয় কর।** ৩

(ঘ) **মহাশূন্যচারী তার 50 তম জন্মদিন পৃথিবীতে করতে চাইলে তাকে কতবেগে গতিশীল হতে হবে?** ৪

উত্তর

গ.

আমরা জানি,

$t = \frac{t_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow t_0 = 50 \times \sqrt{1-\left(\frac{2.4\times10^8}{3\times10^8}\right)^2} = 30$ বছর

পৃথিবীতে অতিক্রান্ত সময়, $t = (75 - 25)$ বছর $= 50$ বছর
মহাশূন্যযানের বেগ, $v = 2.4 \times 10^8\ m/s$
মহাশূন্যে অতিক্রান্ত সময়, $t_0 = ?$

$\therefore$ মহাশূন্যচারীর বয়স $= (25 + 30) = 55$ বছর

ঘ. 4 নং (ঘ) এর অনুরূপ

15. **রাতুল ও প্রীতম 18 বছর বয়সী দুই জমজ ভাই। রাতুল 200 m দৈর্ঘ্যের এবং আলোর দ্রুতির 90% দ্রুতিতে গতিশীল একটি মহাশূন্যযানে চড়ে মহাকাশ ভ্রমণে যায়। যাওয়ার সময় রাতুল তার ভাই প্রীতমকে বলে "যখন তোমার বয়স 40 বছর হবে তখন আমি 25 বছরের কম বয়সী হিসেবে পৃথিবীতে ফিরে আসব।"** **[BB'21]**

(গ) **পৃথিবীর সাপেক্ষে মহাশূন্যযানটির দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।** ৩

(ঘ) **উদ্দীপকের রাতুলের বক্তব্যের সত্যতা যাচাই কর।** ৪

উত্তর

গ. পৃথিবীর সাপেক্ষে মহাশূন্য যানটির দৈর্ঘ্য,

$L = L_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$ | $L_0 = 200\ m$, $v = 0.9\ c$

$= 200\sqrt{1-0.9^2}m = 87.18\ m$

ঘ. প্রীতমের বয়স 40 হলে, পৃথিবীতে অতিক্রান্ত সময়, $t = 40 - 18 = 22$ বছর

আমরা জানি,

$t = \frac{t_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow t_0 = 22\sqrt{1-0.9^2} = 9.59$ বছর | $v = 0.9\ c$

$\therefore$ ফিরে আসার পর রাতুলের বয়স $= (18 + 9.59)$ বছর $= 27.59$ বছর

$\therefore$ রাতুলের বক্তব্যটি ঠিক নয়।

16. **পৃথিবীর পৃষ্ঠ হতে 2.50 আলোকবর্ষ দূরে একটি গ্রহের উপর গবেষণা করার জন্য একদল গবেষক 60 বছর বয়সী একটি প্রাণীকে $0.6c$ বেগে চলমান নভোযানের মাধ্যমে ঐ গ্রহে পাঠায়। ঐ প্রাণীর ভর 20 kg। 1 আলোকবর্ষ $= 9.4 \times 10^{15}$ m। প্রাণীটির গড় আয়ুষ্কাল 100 বছর।** **[JB'21]**

(গ) **উদ্দীপকের আলোকে চলন্ত অবস্থায় প্রাণীটির ভর কত হবে? বের কর।** ৩

(ঘ) **উদ্দীপকের তথ্য অনুযায়ী চলমান প্রাণীটি জীবিত ঐ গ্রহে পৌঁছাতে সক্ষম হবে কি-না? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর।** ৪

উত্তর

গ.

আমরা জানি, $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = 25$ kg

প্রাণীর স্থির ভর, $m_0 = 20$ kg
প্রাণীর বেগ, $v = 0.6$ c
প্রাণীর চলমান ভর, $m =?$

ঘ. পৃথিবী পৃষ্ঠ থেকে গ্রহে পৌঁছাতে প্রয়োজনীয় সময়, $\Delta t = \frac{2.50}{0.6}$ বছর $= \frac{25}{6}$ বছর

এখন, প্রাণীর নিকট অতিক্রান্ত সময়, $\Delta t_0 = \Delta t \times \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} = \frac{10}{3}$ বছর

$v = 0.6$ c
$\Delta t_0 =?$

∴ প্রাণীর বয়স $= \left(60 + \frac{10}{3}\right) = 63.33$ বছর

∴ প্রাণীটি জীবিত অবস্থায় গ্রহে পৌঁছাতে সক্ষম হবে।

17. বেলি একটি আয়তাকার ঘনবস্তুর দৈর্ঘ্য **50 cm**, প্রস্থ **25 cm**, উচ্চতা **25 cm**, এবং ভর **100 gm** পরিমাপ করেন। অন্যদিকে বস্তুটির দৈর্ঘ্য বরাবর গতিশীল কাঠামো হতে শেলির নিকট বস্তুটিকে ঘনাকাকৃতি মনে হয়। **[CB'21]**
    (গ) গতিশীল কাঠামোর দ্রুতি নির্ণয় কর। ৩
    (ঘ) বেলি ও শেলির নিকট বস্তুটির ঘনত্ব একই হবে কী? গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. $L = 25 \times 10^{-2}$ m

$L_0 = 50 \times 10^{-2}$ m

$L = L_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} \Rightarrow \frac{1}{4} = 1 - \frac{v^2}{c^2} \Rightarrow \frac{v^2}{c^2} = \frac{3}{4} \Rightarrow v = \frac{\sqrt{3}}{2}c \; [c = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}]$

∴ গতিশীল কাঠামোর দ্রুতি $= 2.6 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$

ঘ. বেলির কাছে ঘনত্ব, $\rho_0 = \frac{m_0}{v_0} = \frac{100\times10^{-3}}{50\times25\times25\times10^{-6}} = \frac{16}{5} \text{ kgm}^{-3}$

শেলির কাছে ঘনত্ব, $\rho_0' = \frac{\rho_0}{1-\frac{v^2}{c^2}} = \frac{\rho_0}{1-\frac{3}{4}} \text{ kgm}^{-3} = \frac{64}{5} \text{ kgm}^{-3}$

∴ দুইজনের নিকট বস্তুটির ঘনত্ব একই হবে না। (Ans)

18. একটি ফুটবল খেলার মাঠের দৈর্ঘ্য **400 m** এবং প্রস্থ **200 m**। একজন নভোচারী **0.86c** বেগে **1000 kg** ভরের একটি নভোযানে চড়ে মাঠটির দৈর্ঘ্য বরাবর অতিক্রম করল। **[Din.B'21]**
    (গ) নভোযানটির আপাত ভর নির্ণয় কর। ৩
    (ঘ) "নভোচারী কর্তৃক নির্ণয়কৃত মাঠটির ক্ষেত্রফল প্রকৃত ক্ষেত্রফলের সমান নয়।" গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ.

নভোযানটির আপাত ভর,

$m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{1000}{\sqrt{1-(0.86)^2}} = 1959.654$ kg

$m = 1000$ kg
$v = 0.86$ c

ঘ. নভোচারীর নিকট,

মাঠটির দৈর্ঘ্য, $L = L_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} = 400\sqrt{1-0.86^2}$ m $= 204.12$ m

মাঠটির প্রস্থ $= 200$ m। যেহেতু দৈর্ঘ্য বরাবর গতিশীল, তাই প্রস্থ পরিবর্তন হবে না।

ক্ষেত্রফল $= 204.12 \times 200 = 40823.52 \text{ m}^2$

মাঠটির প্রকৃত ক্ষেত্রফল $= 400 \times 200 = 80000 \text{ m}^2$

∴ নভোচারীর নির্ণয়কৃত ক্ষেত্রফল মাঠের প্রকৃত ক্ষেত্রফল নয়।

19. একজন মহাশূন্যচারী একটি কাল্পনিক গ্রহের ঘনত্ব পর্যবেক্ষণের জন্য মহাশূন্যযানে চড়ে গ্রহটির ব্যাস বরাবর $1.8 \times 10^8\ ms^{-1}$ বেগে যাচ্ছেন। গ্রহটির স্থির ভর 7.4×10^{28} kg এবং ব্যাস 14200 km। [MB'21]

(গ) গতিশীল অবস্থায় মহাশূন্যচারীর নিকট গ্রহটির ভর কত হবে নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) মহাশূন্যচারীর নিকট গ্রহটির ঘনত্বের পরিবর্তন কীরূপ হবে? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

উত্তর

গ. 18 নং (গ) এর অনুরূপ

ঘ. মহাশূন্যযানটি গ্রহের ব্যাস বরাবর যাওয়ার একটি অক্ষ বরাবর গ্রহের ব্যাসের পরিবর্তন হবে। ফলে গ্রহটি উপবৃত্তাকার গোলকের ন্যায় দেখাবে। সেক্ষেত্রে, গ্রহটির পরিবর্তিত আয়তন হবে, $V' = \frac{4}{3}\pi(R_0^2 \times R)$

আমরা জানি, $d = d_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} = 11360$ km

$\therefore$ ব্যাসার্ধ, $R = 5680$ km

আবার, $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = 9.25 \times 10^{28}$ kg

স্থির ঘনত্ব, $\rho_0 = \frac{M_0}{\frac{4}{3}\pi R_0^3} = 4.94 \times 10^7\ kg/m^3$

পরিবর্তিত ঘনত্ব, $\rho = \frac{M}{\frac{4}{3}\pi(R_0^2 \times R)} = 7.71 \times 10^7\ kg/m^3$

গ্রহটির ব্যাস, $d_0 = 14200$ km
বেগ, $v = 1.8 \times 10^8$ m/s
পরিবর্তিত ব্যাস, $d = ?$
গ্রহটির ভর, $m_0 = 7.4 \times 10^{28}$ kg
পরিবর্তিত ভর, $m = ?$
আদি ঘনত্ব, $\rho_0 = ?$
পরিবর্তিত ঘনত্ব, $\rho = ?$

20. গবেষণা কেন্দ্রের তিনজন গবেষকের বয়স যথাক্রমে 30 বছর, 40 বছর এবং 42 বছর। দ্বিতীয় গবেষক $2.4 \times 10^8\ ms^{-1}$ বেগে এবং তৃতীয় গবেষক $1.8 \times 10^8\ ms^{-1}$ বেগে মহাশূন্যযানে চড়ে ছায়াপথ অনুসন্ধানে গেলেন এবং গবেষণা শেষে পৃথিবীর পঞ্জিকামতে 30 বছর পর পৃথিবীতে ফিরে এলেন। মহাশূন্যযানের দৈর্ঘ্য 100m। [MB'21]

(গ) দ্বিতীয় গবেষকের মহাশূন্যযানের গতিশীল অবস্থায় দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) দ্বিতীয় ও তৃতীয় গবেষক পৃথিবীতে ফিরে আসার পর গবেষক তিনজনের মধ্যে কার বয়স বেশি হবে? গাণিতিক মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ.

আমরা জানি,

$L = L_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} = 100\sqrt{1-\left(\frac{2.4\times10^8}{3\times10^8}\right)^2}\ m = 60\ m$

মহাশূন্যযানের দৈর্ঘ্য, $L_0 = 100$ m
মহাশূন্যযানের বেগ, $v = 2.4 \times 10^8$ m/s
মহাশূন্যযানের গতিশীল দৈর্ঘ্য, $L = ?$

ঘ.

১ম গবেষকের বয়স $= (30 + 30) = 60$ বছর

২য় গবেষকের ক্ষেত্রে, $t = \frac{t_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow t_0 = 18$ বছর

$\therefore$ ২য় গবেষকের বয়স $= (40 + 18) = 58$ বছর

৩য় গবেষকের ক্ষেত্রে, $t = \frac{t_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow t_0 = 24$ বছর

$\therefore$ ৩য় গবেষকের বয়স $= (42 + 24)$ বছর $= 66$ বছর গবেষক তিনজনের মধ্যে তৃতীয় গবেষকের বয়স সবচেয়ে বেশি হবে।

২য় গবেষকের ক্ষেত্রে,
$t = 30$ বছর
$v = 2.4 \times 10^8\ ms^{-1}$
$t_0 = ?$
৩য় গবেষকের ক্ষেত্রে,
$t = 30$ বছর
$v = 1.8 \times 10^8$ m/s
$t_0 = ?$

21. ইলেকট্রনের সাথে সংঘর্ষের ফলে 4400 Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আপতিত ফোটন 60° কোণে বিক্ষিপ্ত হয়ে একটি ধাতব পৃষ্ঠকে আঘাত করে। ধাতব পৃষ্ঠের কার্যাপেক্ষক 2.5 eV। ($h = 6.63 \times 10^{-34}$ Js, $c = 3 \times 10^8\ ms^{-1}$, $m_0 = 9.1 \times 10^{-31}$ kg). [DB'19]

(গ) আপতিত ফোটনের শক্তি কত? ৩

(ঘ) ফটোইলেকট্রন ও বিক্ষিপ্ত ইলেকট্রনের মধ্যে কোনটির গতিশক্তি বেশি হবে-যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. দেওয়া আছে, $\lambda_0 = 4400Å = 4.4 \times 10^{-7}m$ ∴ আপতিত ফোটনের প্রাথমিক শক্তি, $E_1 = \frac{hc}{\lambda_0} = 4.52\ 04545 \times 10^{-19}J$

ঘ. ইলেক্ট্রনের সাথে সংঘর্ষের পর ফোটনের নতুন তরঙ্গদৈর্ঘ্য λ হলে, $\lambda = \lambda_0 + \frac{h}{m_0c}(1 - \cos\phi) = 4.400012 \times 10^{-7}m$ [$m_o = 9.1 \times 10^{-34}kg$; $\phi = 60°$]

সংঘর্ষের পর ফোটনের গতিশক্তি, $E_2 = \frac{hc}{\lambda} = 4.5204421 \times 10^{-19}J$

ফটোইলেক্ট্রনের গতিশক্তি K হলে, $E_2 = W_o + K$ ∴ $K = 5.204421 \times 10^{-20}J = 0.325\ eV$

[$W_o = 2.5\ eV = 2.5 \times 1.6 \times 10^{-19}J$]

বিক্ষিপ্ত ইলেক্ট্রনের গতিশক্তি, $K' = \frac{hc}{\lambda_o} - \frac{hc}{\lambda} = (4.5204545 \times 10^{-19} - 4.5204421 \times 10^{-19})J$

$= 1.24 \times 10^{-24}J = 7.75 \times 10^{-6}\ meV$ ∴ ফটোইলেক্ট্রনের গতিশক্তি বেশি।

22. ফাহিম পদার্থবিজ্ঞানের একজন ছাত্র। তিনি পর্যায়ক্রমে $4 \times 10^{-7}m$ ও $7.8 \times 10^{-7}m$ তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলোক রশ্মি ব্যবহার করে ফটোইলেকট্রন নির্গমন পরীক্ষা সম্পন্ন করলেন। তার পরীক্ষায় ব্যবহৃত ধাতুর কার্য অপেক্ষক **2.3 eV**। [দেওয়া আছে $1\ eV = 1.6 \times 10^{-19}J, h = 6.63 \times 10^{-34}\ Js, c = 3 \times 10^8\ ms^{-1}$] **[RB'19]**

(গ) ব্যবহৃত ধাতুর ক্ষেত্রে সূচন কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের বর্ণিত উভয় ক্ষেত্রে আলোক তড়িৎ ক্রিয়া সংঘটিত হবে কি না? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে তোমার মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. সূচন কম্পাংক f_0 হলে, $hf_0 = 2.3 \times 1.6 \times 10^{-19}J$ ∴ $f_0 = 5.55 \times 10^{14}Hz$

ঘ. ১ম ক্ষেত্রে আলোর কম্পাংক, $f_1 = \frac{C}{\lambda_1} = \frac{3\times10^8}{4\times10^{-7}}\ Hz = 7.5 \times 10^{14}\ Hz$

২য় ক্ষেত্রে আলোর কম্পাংক, $f_2 = \frac{c}{\lambda_2} = 3.85 \times 10^{14}Hz$ ∴ $f_1 > f_o,\ f_2 < f_o$

∴ প্রথম ক্ষেত্রে আলোক তড়িৎ ক্রিয়া সংঘটিত হলেও দ্বিতীয় ক্ষেত্রে আলোক তড়িৎ ক্রিয়া সংঘটিত হবে না।

23. তোমার বন্ধু একটি অতি দ্রুতগতিসম্পন্ন কাল্পনিক গাড়িতে **0.76 c** গতিতে তোমার পাশ দিয়ে চলে গেল। গাড়িটি **5.80 m** লম্বা বলে তোমার কাছে মনে হলো। **[Ctg.B'19]**

(গ) স্থির অবস্থায় গাড়িটির দৈর্ঘ্য কত হবে? ৩

(ঘ) তোমার ঘড়িতে **20 sec** সময় অতিবাহিত হলে তোমার বন্ধুর ঘড়িতে অতিবাহিত সময় বেশি না কম হবে? গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. $l = l_0\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$; $l_0 = \frac{l}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{5.8}{\sqrt{1-0.76^2}}m = 8.92m$

ঘ. $\Delta t = 20s,\ \Delta t_0 =?$; $\Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$

∴ $\Delta t_o = 20\sqrt{1 - 0.76^2}s = 13s$। বন্ধুর ঘড়িতে অতিবাহিত সময় কম হবে।

24. কোনো পরমাণুর দুটি ইলেকট্রনের বেগ যথাক্রমে **0.90 c** এবং **0.99 c**। এখানে c হলো আলোর বেগ এবং ইলেকট্রনের স্থির ভর 9.1×10^{-31} **kg**। **[BB'19]**

(গ) দ্বিতীয় ইলেকট্রনটির গতিশীল ভর নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের কোন ইলেকট্রনের আপেক্ষিক গতিশক্তি বেশি হবে? গাণিতিকভাবে যাচাইপূর্বক মন্তব্য কর। ৪

উত্তর

গ. $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{9.1\times10^{-31}}{\sqrt{1-0.99^2}}\text{ kg} = 6.45\times10^{-30}\text{ kg}$

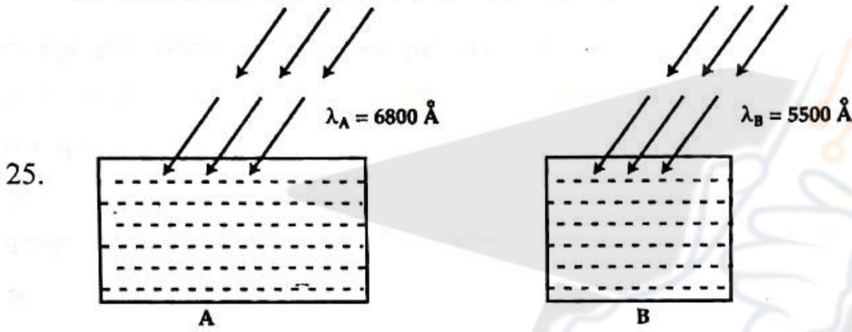
ঘ. প্রথম ইলেকট্রনের ক্ষেত্রে, $v_1 = 0.90\text{ c}$

আপেক্ষিক গতিশক্তি, $K_1 = m_1c^2 - m_0c^2 = m_0c^2\left(\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v_1^2}{c^2}}} - 1\right) = 1.06\times10^{-13}\text{ J}$

দ্বিতীয় ইলেকট্রনের ক্ষেত্রে, $v_2 = 0.99c$

আপেক্ষিক গতিশক্তি, $K_2 = m_2c^2 - m_0c^2 = m_0c^2\left(\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v_2^2}{c^2}}} - 1\right) = 4.99\times10^{-13}\text{ J} \therefore K_2 > K_1$

২য় ইলেকট্রনের ক্ষেত্রে আপেক্ষিক গতিশক্তি বেশি হবে।

25. 

চিত্রে **A** ও **B** দুটি ধাতব পাত। পাত দুটির কার্য অপেক্ষক W_A এবং W_B যথাক্রমে **2.1 eV** এবং **2.0 eV**। আলোক উৎস থেকে যথাক্রমে **6800** Å এবং **5500** Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলোকরশ্মি আপতিত হয়। [JB'19]

(গ) **B** ধাতব পাতের সূচন কম্পাঙ্ক কত? ৩

(ঘ) উদ্দীপকে **A** ও **B** উভয় পাতে ফটোতড়িৎ ক্রিয়া সংঘটিত হবে কি না-গাণিতিকভাবে মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. B পাতের কার্যাপেক্ষক, $W_B = 2\text{eV}$

$W_B = hf_{0,B} \therefore f_{0,B} = \frac{W_B}{h} = \frac{2\times1.6\times10^{-19}}{6.63\times10^{-34}}\text{Hz} = 4.83\times10^{14}\text{Hz}$

ঘ. A পাতের সূচন তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda_{0,A}$ এবং B পাতের সূচন তরঙ্গদৈর্ঘ্য $\lambda_{0,B}$ হলে, $W_A = \frac{hc}{\lambda_{0,A}}$

$\therefore \lambda_{0,A} = 5.916\times10^{-7}\text{m} = 5916$Å। A পাতের উপর আপতিত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda_A = 6800$Å

যেহেতু $\lambda_A > \lambda_{0,A}$ $\therefore$ A পাতে ফটোতড়িৎ ক্রিয়া সংঘটিত হবে না। B পাতের ক্ষেত্রে, $\lambda_{0,B} = \frac{c}{f_{0,B}} = 6.211\times10^{-7}\text{m}$ $= 6211$Å ; $\lambda_B = 5500$Å। যেহেতু $\lambda_B < \lambda_{0,B}$ $\therefore$ B পাতে ফটোতড়িৎ ক্রিয়া সংঘটিত হবে। [ফটোতড়িৎ ক্রিয়া মূলত শক্তির উপর নির্ভরশীল। শক্তি, কম্পাঙ্কের সমানুপাতিক ও তরঙ্গদৈর্ঘ্যের ব্যস্তানুপাতিক]

26. **1 m** লম্বা একটি ধাতব বস্তুর ঘনত্ব পৃথিবীর পৃষ্ঠে $\mathbf{1.8\times10^4\text{ kgm}^{-3}}$। বস্তুটিকে একটি বিশেষ যন্ত্রের মাধ্যমে দৈর্ঘ্য বরাবর **0.9c** বেগে গতিশীল করা হলো। [CB'19]

(গ) গতিশীল অবস্থায় বস্তুটির দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) গতিশীল বস্তুটির ঘনত্ব কী পরিমাণ বাড়বে বা কমবে গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. $L = L_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} = 1\sqrt{1-0.9^2}\text{ m} = 0.436\text{ m (Ans.)}$

ঘ. ধরি, স্থির অবস্থার ভর m_0, দৈর্ঘ্য L_0 এবং ঘনত্ব ρ_0 এবং গতিশীল অবস্থার ভর m, দৈর্ঘ্য L এবং ঘনত্ব ρ

$\therefore \frac{\rho}{\rho_0} = \frac{\frac{m}{V}}{\frac{m_0}{V_0}} = \frac{m}{m_0}\times\frac{V_0}{V} = \frac{m}{m_0}\times\frac{AL_0}{AL} = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}\times\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}} = \frac{1}{1-0.9^2}$

$\therefore \rho = \frac{\rho_0}{1-0.9^2} = 9.474\times10^4\text{ kgm}^{-3}$

$\therefore$ গতিশীল বস্তুর ঘনত্ব বাড়বে $= (\rho - \rho_0) = 7.674\times10^4\text{kgm}^{-3}$

27. একখণ্ড ধাতুর ওপর 2800Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের এবং 5.55×10^{14} Hz সূচন কম্পাঙ্কের আলো পতিত হলে ধাতু থেকে ফটোইলেকট্রন নির্গত হয়। **[Din.B'19]**

(গ) নির্গত ফটোইলেকট্রনের সর্বোচ্চ গতিবেগ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) ধাতু খণ্ডের ওপর 3800Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো আপতিত হলে ইলেকট্রন নির্গত হবে কি না? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ.

$$K = \frac{hc}{\lambda} - \phi = \frac{hc}{\lambda} - hf_o$$
$$= h\left(\frac{c}{\lambda} - f_o\right) = 3.42 \times 10^{-19}\text{J} = 2.14 \text{ eV}$$
$$K = \frac{1}{2}mv^2 \therefore v_{max} = \sqrt{\frac{2K}{m}} = 867.47 \times 10^3 \text{ ms}^{-1}$$

$\lambda = 2800\text{Å} = 2800 \times 10^{-10}$m
$f_0 = 5.55 \times 10^{14}$Hz

ঘ. 3800Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলোর কম্পাঙ্ক, $f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3\times10^8}{3800\times10^{-10}}\text{Hz} = 7.89 \times 10^{14}$Hz

সুতরাং, $f > f_o$ ∴ ইলেক্ট্রন নির্গত হবে।

28. ধর 370 আলোক বর্ষ দূরে অবস্থিত প্রাণীর বসবাস উপযোগী একটি গ্রহের সন্ধান পেয়ে নাসার বিজ্ঞানীরা 50 বছর বয়সী একটি কাছিমকে 0.7c বেগে চলমান নভোযানে করে ঐ গ্রহের উদ্দেশ্যে পাঠায়। কাছিমের ভর 30kg এবং গড় আয়ু 450 বছর। 1 আলোক বর্ষ $= 9.46 \times 10^{15}$m। **[DB'17]**

(গ) চলন্ত অবস্থায় কাছিমের শক্তি নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) কাছিমটি জীবিত অবস্থায় ঐ গ্রহে পৌঁছতে সক্ষম হবে কিনা যাচাই কর । ৪

উত্তর

গ. চলন্ত অবস্থায় কাছিমের ভর,

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{30}{\sqrt{1-\frac{(0.7c)^2}{c^2}}} = \frac{30}{\sqrt{1-0.49}} = 42.0084\text{kg}$$

∴ চলন্ত অবস্থায় কাছিমের শক্তি, $E = mc^2$

$= 42.0084 \times (3 \times 10^8)^2\text{J} = 3.78 \times 10^{18}$J

এখানে, নিশ্চল ভর, $m_0 = 30$kg
চলমান দ্রুতি, $v = 0.7c$
চলমান ভর, $m = ?$

ঘ. পৃথিবীর সাপেক্ষে গ্রহে পৌছাতে সময় লাগবে,

$$t = \frac{S}{v} = \frac{370\times9.46\times10^{15}}{0.7\times3\times10^8} = 528.5 \text{ yr}$$

এখানে, পৃথিবী হতে গ্রহের দূরত্ব, S = 370 আলোক বর্ষ
$= 370 \times 9.46 \times 10^{15}$m
কাছিমের বেগ, $v = 0.7c = 0.7 \times 3 \times 10^8\text{ms}^{-1}$
$t = ?$

কাছিমের গড় আয়ু 450 yr

পৃথিবীতে অতিবাহিত সময় 50 yr

অবশিষ্ট সময়, t = (450 − 50) = 400 yr

পৃথিবীর সময় হিসেবে কাছিম 400 বছর জীবিত থাকবে।

কাছিমসহ নভোযান গ্রহে পৌছাতে সময় লাগবে 528.5 yr, যেহেতু কাছিম 400 বছর জীবিত থাকবে কিন্তু তা নভোযানের হিসাব অনুযায়ী সময় নির্ণয় করতে হবে। সুতরাং, গ্রহে পৌছাতে সময় t_o হলে,

আমরা জানি, $t = \frac{t_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow t_0 = t \times \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} = 528.5 \times \sqrt{1-\frac{(.7c)^2}{c^2}} = 528.5 \times \sqrt{1-0.49}$

$= 528.5 \times \sqrt{0.51} = 377.4$ yr ; $377.4 \text{ yr} < 400$ yr.

সুতরাং কাছিম জীবিত অবস্থায় কাল্পনিক গ্রহে পৌঁছাবে।

29. করিম ও তার বন্ধু রহিমের সাথে আপেক্ষিক তত্ত্বের বিভিন্ন বিষয় নিয়ে আলোচনা করল।করিম বলল একজন মহাশূন্যচারী 30 বছর বয়সে $2.5 \times 10^8 ms^{-1}$ বেগে একটি রকেটে চড়ে নতুন গ্রহের অনুসন্ধানে গেল । পৃথিবীতে রকেটের দৈর্ঘ্য ছিল 80 m। [RB'17]

(গ) পৃথিবী থেকে পরিমাপকৃত গতিশীল রকেটের দৈর্ঘ্য কত হবে? ৩

(ঘ) অনুসন্ধান শেষে উক্ত নভোচারী পৃথিবীর হিসাবে 50 বছর পর ফিরে আসলে আপেক্ষিক তত্ত্ব অনুসারে তার বয়স পৃথিবীর ক্যালেন্ডার অনুযায়ী একই হবে কিনা– ব্যাখ্যা কর। ৪

উত্তর

গ. 4 নং (গ) এর অনুরূপ

ঘ. 12 নং (ঘ) এর অনুরূপ

30. দুটি ইলেক্ট্রন যথাক্রমে 0.866c ও 0.99c বেগে গতিশীল। ইলেক্ট্রনের নিশ্চল ভর $9.1 \times 10^{-31}kg$ । [Ctg.B'17]

(গ) প্রথম ইলেক্ট্রনের গতিশীল ভর নির্ণয় কর । ৩

(ঘ) প্রথম ইলেক্ট্রনের আপেক্ষিকতার গতিশক্তি দ্বিতীয় ইলেক্ট্রনের চেয়ে কম- গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে প্রমাণ কর। ৪

উত্তর

গ. ১ম ইলেকট্রনের নিশ্চল ভর, $m_0 = 9.1 \times 10^{-31}kg$

বেগ, $v = 0.866c$

চলমান ভর, $m = ?$

আমরা জানি, $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{9.1\times10^{-31}}{\sqrt{1-\left(\frac{0.866c}{c}\right)^2}} = \frac{9.1\times10^{-31}}{\sqrt{1-(0.866)^2}} = 1.82 \times 10^{-30}kg$

∴ ইলেকট্রনের চলমান ভর $= 1.82 \times 10^{-30}kg.$

ঘ. 'গ' অংশ হতে পাই, ১ম ইলেকট্রনের গতিশীল ভর, $m = 1.82 \times 10^{-30}kg$

উদ্দীপক হতে পাই, ২য় ইলেকট্রনের বেগ, $v_1 = 0.99c$

২য় ইলেকট্রনের নিশ্চল ভর, $m_0 = 9.1 \times 10^{-31}kg$

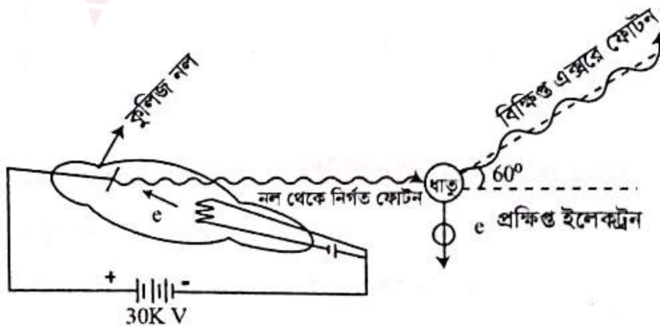
২য় ইলেকট্রনের গতিশীল ভর, $m' = \frac{m_0}{\sqrt{(1-v_1^2/c^2)}}$

$= \frac{9.1\times10^{-31}}{\sqrt{1-(0.99)^2}} = \frac{9.1\times10^{-31}}{0.141} = 6.45 \times 10^{-30}kg$

১ম ইলেকট্রনের গতিশক্তি, K_1 এবং ২য় ইলেকট্রনের গতিশক্তি, K_2এর অনুপাত,

$\frac{K}{K_2} = \frac{(m-m_0)c^2}{(m'-m_0)c^2} \Rightarrow \frac{K_1}{K_2} = \left(\frac{1.82\times10^{-30}-9.1\times10^{-31}}{6.45\times10^{-30}-9.1\times10^{-31}}\right) \Rightarrow K_2 = 6.1 \times K_1$

অতএব, ১ম ইলেকট্রনের আপেক্ষিকতার গতিশক্তি ২য় ইলেকট্রনের চেয়ে কম।

31. 

নিম্নে একটি ব্যবস্থা দেখানো হল যেখানে কুলিজ নল থেকে উৎপন্ন *X* রশ্মি ধাতুর পাশ দিয়ে যাওয়ার সময় 60° কোণে বিক্ষিপ্ত হচ্ছে। এখানে $m_0 = 9.1 \times 10^{-31}kg$, $h = 6.63 \times 10^{-34}Js$। [SB'17]

(গ) কুলিজ নল থেকে নির্গত ফোটনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) বিক্ষিপ্ত ফোটন ও প্রক্ষিপ্ত ইলেকট্রনের ভরবেগের তুলনা কর। ৪

উত্তর

গ. দেওয়া আছে,

বিভব পার্থক্য, $V = 30\,kV = 30 \times 10^3 V$; প্লাঙ্কের ধ্রুবক, $h = 6.63 \times 10^{-34} J - s$

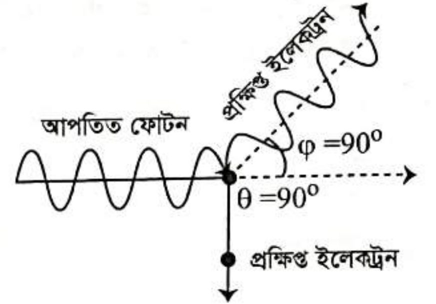
আমরা জানি, ফোটনের চার্জ, $e = 1.6 \times 10^{-19} C$; আলোর বেগ, $c = 3 \times 10^8 ms^{-1}$

আবার, $eV = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{eV} = \frac{6.63\times10^{-34}\times3\times10^8}{1.6\times10^{-19}\times30\times10^3} = 0.414 Å$

ঘ. 'গ' অংশ হতে পাই আপতিত ফোটনের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\lambda = 0.414 Å = 0.414 \times 10^{-10} m$

$\therefore$ আপতিত ফোটনের কম্পাঙ্ক, $f = \frac{c}{\lambda} = 7.25 \times 10^{18} Hz$

উদ্দীপক অনুসারে, ইলেকট্রনের ভর, $m_0 = 9.1 \times 10^{-31} kg$; প্ল্যাঙ্কের ধ্রুবক, $h = 6.63 \times 10^{-34} Js$



বিক্ষিপ্ত ফোটনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য λ' হলে, $\lambda' = \frac{h}{m_0 c}(1 - \cos\phi) + \lambda$

$= \frac{6.63\times10^{-34}}{9.1\times10^{-31}\times3\times10^8}(1 - \cos 60^o) + 0.414 \times 10^{-10} = 4.26 \times 10^{-11} m$

$\therefore$ বিক্ষিপ্ত ফোটনের কম্পাঙ্ক, $f' = \frac{c}{\lambda'} = 7.042 \times 10^{18} Hz$

$\therefore$ বিক্ষিপ্ত ফোটনের ভরবেগ, $p' = \frac{hf'}{c} = \frac{6.63\times10^{-34}\times7.042\times10^{18}}{3\times10^8} = 1.56 \times 10^{-23} kg\,ms^{-1}$

আবার, আপতিত ফোটনের দিকের লম্ব বরাবর অর্থাৎ Y অক্ষ বরাবর বিক্ষিপ্ত ফোটন ও প্রক্ষিপ্ত ইলেকট্রন এর ভরবেগ যথাক্রমে $\frac{hf'}{c}\sin\varphi - mv\sin\theta$

ভরবেগের নিত্যতা সূত্রানুসারে Y -অক্ষ বরাবর উপাংশের জন্য, $0 = \frac{hf'}{c}\sin\phi - mv\sin\theta$

$\Rightarrow mv\sin\theta = \frac{hf'}{c}\sin\phi \Rightarrow mv = \frac{1}{\sin\theta} \times \frac{hf'}{c}\sin\phi$

$\Rightarrow mv = \frac{1}{\sin 90^o} \times 1.56 \times 10^{-23} \times \sin 60^o \Rightarrow mv = 1.35 \times 10^{-23} kgms^{-1} = P_e$

$\therefore \frac{P'}{P_e} = \frac{1.56\times10^{-23}}{1.35\times10^{-23}} = 1.16 \Rightarrow P' = 1.16 \times P_e$

অর্থাৎ বিক্ষিপ্ত ফোটনের ভরবেগ প্রক্ষিপ্ত ইলেকট্রনের ভরবেগের 1.16 গুণ।

32. কোনো ধাতুর উপর **2500Å** তরঙ্গদৈর্ঘ্যের অতিবেগুনী রশ্মি ফেলা হল। ধাতুর কার্য অপেক্ষক **2.3eV**। **[BB'17]**

(গ) নিঃসৃত ফটো ইলেক্ট্রনের সর্বোচ্চ বেগ কত? ৩

(ঘ) উদ্দীপকের তথ্য হতে আপতিত ফোটনের কম্পাংক বনাম গতিশক্তির লেখচিত্র অঙ্কনপূর্বক লেখটি কম্পাঙ্ক অক্ষকে ছেদ করার কারণ ব্যাখ্যা কর। ৪

উত্তর

গ. আপতিত আলোর কম্পাঙ্ক f হলে,

তাহলে,
তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\lambda = 2500 Å = 2500 \times 10^{-10} m$
কার্য অপেক্ষক, $\varphi = 2.3\, eV = 2.3 \times 1.6 \times 10^{-19} J = 3.68 \times 10^{-19} J$
প্লাঙ্কের ধ্রুবক, $h = 6.63 \times 10^{-34} Js$
আলোর বেগ, $c = 3 \times 10^8 ms^{-1}$
ইলেকট্রনের ভর, $m = 9.11 \times 10^{-31} kg$
সর্বোচ্চ বেগ, $V_{max} = ?$

$hf = K_{max} + \varphi \Rightarrow K_{max} = hf - \varphi \Rightarrow \frac{1}{2}mV_{max}^2 = \frac{hc}{\lambda} - \varphi$

$\Rightarrow \frac{1}{2}mV_{max}^2 = \frac{6.63\times10^{-34}Js\times3\times10^8 ms^{-4}}{2500\times10^{-10}m} - 3.68 \times 10^{-19} J$

$\Rightarrow \frac{1}{2}mV_{max}^2 = 7.956 \times 10^{-19} J - 3.68 \times 10^{-19} J$

$\Rightarrow \frac{1}{2}mV_{max}^2 = 4.276 \times 10^{-19} J \Rightarrow V_{max}^2 = \frac{4.276\times10^{-19}J\times2}{m}$

$\Rightarrow V_{max}^2 = \frac{4.276\times10^{-19}J\times2}{9.11\times10^{-31}kg} \Rightarrow V_{max}^2 = \frac{8.55\times10^{-19}J}{9.11\times10^{-31}kg}$

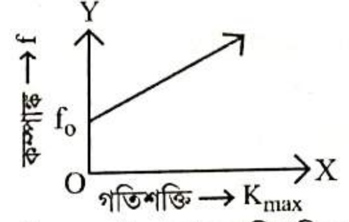
$\Rightarrow V_{max}^2 = 9.38 \times 10^{11} m^2s^{-2}$

$\Rightarrow V_{max} = \sqrt{9.38 \times 10^{11} m^2 s^{-2}}$

$\Rightarrow V_{max} = 9.68 \times 10^5 ms^{-1}$

$\therefore$ নিঃসৃত ইলেকট্রনের সর্বোচ্চ বেগ $9.68 \times 10^5 ms^{-1}$

ঘ. ফটো তড়িৎ প্রক্রিয়াকে ব্যাখ্যার জন্য আইনস্টাইন নিচের সমীকরণ প্রস্তাব করেন।
$hf = K_{max} + hf_0$; এখানে, hf = আপতিত আলোর প্রতি কোয়ান্টামের শক্তি
K_{max} = ফটো ইলেকট্রনের সর্বাধিক শক্তি
hf_0 = ধাতব পৃষ্ঠ হতে নিঃসরণের ন্যূনতম শক্তি
উদ্দীপকের তথ্যানুযায়ী, আপতিত ফোটনের কম্পাঙ্ক বনাম গতিশক্তির লেখচিত্র নিম্নরূপ হবে। ফোটনের কম্পাঙ্ক বনাম গতিশক্তির লেখচিত্রটি y-অক্ষ তথা কম্পাঙ্ক অক্ষকে ছেদ করে। এই ছেদকৃত অংশটির নাম ফোটনের সূচন কম্পাঙ্ক। এই ন্যূনতম কম্পাঙ্ক f_0 এর জন্য ইলেকট্রনের বেগ শূন্য হয়। ফলে কোনো ফটো-ইলেকট্রন নি:সৃত হয় না। এই ন্যূনতম কম্পাঙ্কের নিচে কোনো ফটো-ইলেকট্রনের গতিশক্তি থাকে না। এজন্যই ফোটনের কম্পাঙ্ক বনাম গতিশক্তির লেখটি কম্পাঙ্ক অক্ষকে ছেদ করে।



চিত্র: কম্পাঙ্ক বনাম গতিশক্তির লেখচিত্র

33. 50 বছর বয়সে একজন মহাশূন্যচারী মহাশূন্যযানে চড়ে মহাকাশ অভিযানে গেলেন এবং 30 বছর পর পৃথিবীতে ফিরে এলেন। মহাশূন্যযানের ভর = 720kg, মহাশূন্যযানের বেগ = $3.72 \times 10^5 ms^{-1}$, আলোর গতি = $3 \times 10^8 ms^{-1}$. **[BB'17]**

(গ) পৃথিবীতে মহাশূন্যচারীর বয়স নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) মহাশূন্যযানের মূল ভরের পরিবর্তন কীরূপ হবে? গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও। 8

উত্তর

গ. মহাশূন্যচারীর প্রাথমিক বয়স = 50 বছর; স্থির সময়, $t_0 = 30$ বছর
মহাশূন্যযানের বেগ, $v = 3.72 \times 10^5 ms^{-1}$; আলোর গতি, $c = 3 \times 10^8 ms^{-1}$
আমরা জানি, $t = \frac{t_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow t = \frac{30}{\sqrt{1-\left(\frac{3.72\times10^5}{3\times10^8}\right)^2}} = 30.000023$ বছর
$\therefore$ মহাশূন্যচারীর পৃথিবীতে বয়স $= 50 + 30.000023 = 80.000023$ বছর

ঘ. মহাশূন্যযানের স্থির ভর, $m_0 = 720kg$
$\therefore$ গতিশীল ভর, $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{720}{\sqrt{1-\left(\frac{3.72\times10^5}{3\times10^8}\right)^2}} = 720.00055356kg$
ভরের পরিবর্তন $= (720.0005535 - 720) = 0.0005535$ kg
অর্থাৎ গতিশীল অবস্থায় বস্তুর ভর 0.0005535 kg বৃদ্ধি পায়।

34. একটি তড়িৎ ক্ষরণ নলে X-ray উৎপাদন এর জন্য 12.4kV এবং আরেকবার 24.8kV বিভব পার্থক্য সরবরাহ করা হলো। এই যন্ত্রে ইলেকট্রনের গতিশক্তির 0.3% X-ray উৎপাদন করে। **[CB'17]**

(গ) ১ম ক্ষেত্রে ইলেকট্রনের সর্বোচ্চ বেগ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকে উৎপাদিত দুই ধরনের X-ray এর ক্ষেত্রে কোনটির ভেদনযোগ্যতা বেশি হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও। 8

উত্তর

গ. ১ম ক্ষেত্রে বিভব পার্থক্য, $V = 12.4\ KV = 12.4 \times 1000V = 1.24 \times 10^4 V$
ইলেকট্রনের চার্জ, $e = 1.6 \times 10^{-19} C$
ইলেকট্রনের ভর, $m = 9.1 \times 10^{-31} kg$
$\therefore$ ইলেকট্রনের সর্বোচ্চ বেগ, $V_{max} = ?$
আমরা জানি, $\frac{1}{2} mV_{max}^2 = eV \Rightarrow v_{max} = \sqrt{\frac{2eV}{m}} \Rightarrow V_{max} = \sqrt{\frac{2\times1.6\times10^{-19}\times1.24\times10^4}{9.1\times10^{-31}}} \Rightarrow V_{max} = 6.6 \times 10^7 ms^{-1}$

ঘ. ১ম ক্ষেত্রে গতিশক্তি, $E_1 = eV_1$
২য় ক্ষেত্রে গতিশক্তি, $E_2 = eV_2$
$\therefore \frac{E_1}{E_2} = \frac{V_1}{V_2} \Rightarrow \frac{E_1}{E_2} = \frac{1.24\times10^4}{2.48\times10^4} = \frac{1}{2}$

$V_1 = 12.4\ kV = 1.24 \times 10^4 V$
$V_2 = 24.8\ kV = 2.48 \times 10^4 V$

$\therefore E_2 = 2E_1$
২য় ক্ষেত্রে গতিশক্তি ১ম ক্ষেত্রের দ্বিগুণ। উভয় ক্ষেত্রে 0.3% X-ray উৎপন্ন হলেও যেহেতু ২য় ক্ষেত্রে গতিশক্তি বেশি, তাই ভেদনযোগ্যতা বেশি।

35. করিম তার বন্ধু রহিমের সাথে আপেক্ষিক তত্ত্বের বিভিন্ন বিষয় নিয়ে আলোচনা করল। করিম বলল একজন মহাশূন্যচারী 40 বছর বয়সে $2.62 \times 10^8 ms^{-1}$ বেগে একটি রকেটে চড়ে একটি নতুন গ্রহের অনুসন্ধানে গেল। পৃথিবীতে রকেটের দৈর্ঘ্য ছিল 75m। [Din.B'17]

(গ) পৃথিবী থেকে পরিমাপকৃত গতিশীল রকেটের দৈর্ঘ্য কত? ৩

(ঘ) অনুসন্ধান শেষে উক্ত নভোচারী পৃথিবীর হিসাবে 45 বছর পর ফিরে আসলে আপেক্ষিক তত্ত্ব অনুসারে পৃথিবীর ক্যালেন্ডার অনুযায়ী তার বয়স একই হবে কিনা– ব্যাখ্যা কর। ৪

উত্তর

গ. 08 নং প্রশ্নের (গ) এর অনুরূপ

ঘ. 08 নং প্রশ্নের (ঘ) এর অনুরূপ

◆ **CQ: বোর্ড স্ট্যান্ডার্ড প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতামূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর**

01. **20kg** ভর ও **10m** দৈর্ঘ্যের কোনো একটি বস্তু স্থিরাবস্থা থেকে **0.5c** বেগে চলা আরম্ভ করল।

(গ) বস্তুটির গতিশীল অবস্থায় দৈর্ঘ্য কত? ৩

(ঘ) নিউটনীয় বলবিদ্যা হতে প্রাপ্ত গতিশক্তি এবং আপেক্ষিক তত্ত্বানুসারে গতিশক্তি এক নয় উদ্দীপকের আলোকে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. $L = L_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} \Rightarrow 10 \times \sqrt{1-\left(\frac{0.5c}{c}\right)^2} = 8.66m$

ঘ. নিউটনীয় বলবিদ্যা হতে, $E = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow \frac{1}{2} \times 20 \times (0.5 \times 3 \times 10^8)^2 \Rightarrow 2.25 \times 10^{17}J$

আপেক্ষিক তত্ত্বানুসারে, $E' = (m - m_0)c^2 = \left(\frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - m_0\right)c^2 = 2.7846 \times 10^{17}J \therefore E \neq E'$

02. 

উদ্দীপকে একটি ফুটবল মাঠ দেখানো হয়েছে।

(গ) উদ্দীপকের ফুটবল মাঠটির দৈর্ঘ্য ও প্রস্থ নভোচারীর নিকট কত মনে হবে? ৩

(ঘ) নভোযানটি কত দ্রুতিতে চললে ফুটবল মাঠটি নভোচারীর নিকট বর্গাকার মনে হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

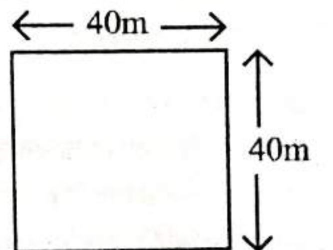
গ. নভোযানটি দৈর্ঘ্য বরাবর ফুটবল মাঠটি অতিক্রম করছে বলে ফুটবল মাঠের প্রস্থের কোনো পরিবর্তন হবে না।

দৈর্ঘ্য, $L_0 = 100m$; $v = 0.5c \Rightarrow \frac{v}{c} = 0.5$, $L = ?$

আমরা জানি, $L = L_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} = 100 \times \sqrt{1-(0.5)^2} = 86.6m$

$\therefore$ নভোচারীর নিকট মাঠের দৈর্ঘ্য 86.6m এবং প্রস্থ 40m মনে হবে।

ঘ. ফুটবল মাঠটিকে নভোচারীর নিকট বর্গাকার মনে হতে হলে ফুটবল মাঠের দৈর্ঘ্য 40m মনে হতে হবে।



এখানে, $L_0 = 100m$; $L = 40m$; $v = ?$

আমরা জানি, $L = L_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} \Rightarrow 40 = 100\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$

$\Rightarrow \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} = \frac{4}{10} \Rightarrow 1-\frac{v^2}{c^2} = (0.4)^2 \Rightarrow \frac{v^2}{c^2} = 1-(0.4)^2 \Rightarrow v = 0.9165c$

$\Rightarrow v = 2.75 \times 10^8 ms^{-1}$

অর্থাৎ, নভোযানটি $2.75 \times 10^8 ms^{-1}$ বা 0.9165c বেগে চললে ফুটবল মাঠটি বর্গাকার মনে হবে।

অধ্যায় ০৯ পরমাণুর মডেল এবং নিউক্লিয়ার পদার্থবিজ্ঞান

এই অধ্যায়ের বিগত বছরসমূহের বোর্ড প্রশ্নের বিশ্লেষণ:

বোর্ড	২০২২					২০২১					২০১৯					২০১৮					২০১৭				
	CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ
	ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ	
ঢাকা	1	1	1	1	5								1	1	3					3	1	1	1	1	
রাজশাহী	1	2	1	1	5								1	1	3						1	1	1	1	4
চট্টগ্রাম	2	1	1	1	4						1		1	1	2						1	1	1	1	2
সিলেট	1	1	1	1	3								1	1	3						2	1	1	1	2
বরিশাল	1	2	1	1	3						1		1	1	2	সকল বোর্ড							1	1	2
যশোর	1	1	1	1	2								1	1							1				2
কুমিল্লা	1	2	1	1	4						1		1	1	2						1	1	1	1	1
দিনাজপুর	1	1	1	1	4								1	1	4						1	1	1	1	2
ময়মনসিংহ	1	3	1	1	7																				

বি.দ্র.- ২০২০ সালে বোর্ড পরীক্ষা অনুষ্ঠিত হয় নাই এবং ২০১৮ সালে সকল বোর্ডে অভিন্ন প্রশ্ন পদ্ধতিতে পরীক্ষা অনুষ্ঠিত হয়।

গুরুত্বপূর্ণ সংজ্ঞা ও তথ্যাবলি

- পরমাণু: যেকোনো জড় পদার্থ কতগুলো অবিভাজ্য ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কণিকা দ্বারা গঠিত যার নাম অ্যাটম/পরমাণু।
- যৌগিক পদার্থ: দুই বা ততোধিক ভিন্ন পরমাণু সংযোজনের ফলে নতুন একটি পদার্থ সৃষ্টি হয়। এর নাম যৌগিক পদার্থ।
- থমসনের পরমাণু মডেল: J.J thomso এই মডেল উপস্থাপন করেন।

  মূল বক্তব্য: পরমাণু একটি ধনাত্মক তড়িৎতাড়িত গোলক এবং ইলেকট্রনগুলো এর মধ্যে সর্বত্র ছড়ানো ছিটানো রয়েছে।

- রাদারফোর্ডের α-কণা পরীক্ষা:

  পর্যবেক্ষণ:

  (i) বেশির ভাগ α-কণা স্বর্ণপাতের মধ্য দিয়ে সোজাসুজি ভেদ করে।

  (ii) কিছু কণা সামান্য কোণে বেঁকে যায়।

  (iii) কিছু কণা $90°$ এর অধিক কোণে বেকে যায়। আবার খুবই অল্প কণা $180°$ কোণে ফিরে আসে।

  সিদ্ধান্ত: পরমাণুর সমস্ত ধনাত্মক আধান এবং ভর এর কেন্দ্রে অতি স্বল্প পরিসর স্থানে কেন্দ্রীভূত রয়েছে। রাদারফোর্ড এর নামকরণ করেন নিউক্লিয়াস।

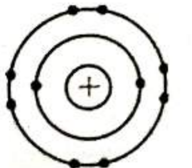
- রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেল:

  (i) পরমাণুর সমস্ত ধনাত্মক চার্জ এর কেন্দ্রে অতি স্বল্প পরিসরে পুঞ্জীভূত।

  (ii) নিউক্লিয়াস ভিন্ন পরমাণুর অভ্যন্তরের অবশিষ্ট অংশই ফাঁকা।

  (iii) নির্দিষ্ট সংখ্যক ইলেকট্রন ধনাত্মক চার্জ যুক্ত নিউক্লিয়াসের চারদিকে কতগুলো বৃত্তাকার পথে ঘুরছে।

  (iv) পরমাণুর এই মডেলকে সৌরজগতের সাথে তুলনা করা হয়।



সীমাবদ্ধতা:

(i) বিদ্যুৎ চুম্বকীয় তত্ত্ব অনুসারে, যখন কোনো চার্জিত কণা ত্বরণ নিয়ে গতিশীল থাকে, তখন তা ক্রমাগত বিদ্যুৎ চুম্বকীয় তরঙ্গ আকারে শক্তি বিকিরণ করে। ফলে একটি সর্পিল পথে ইলেকট্রনসমূহ ক্রমান্বয়ে নিউক্লিয়াসের নিকটবর্তী হয়ে পরিশেষে নিউক্লিয়াসের ওপর এসে পড়বে ও পরমাণুর স্থায়িত্ব বিনষ্ট হবে।

(ii) এ মডেল অনুসারে, ইলেকট্রন নিরবিচ্ছিন্ন বর্ণালি প্রদর্শন করবে কিন্তু হাইড্রোজেনের ক্ষেত্রে নির্দিষ্ট তরঙ্গদৈর্ঘ্যের রেখা বর্ণালি পাওয়া যায়।

◈ বোরের পরমাণু মডেল:

১৯১৩ খ্রিষ্টাব্দে নীলস্ বোর এ মডেল প্রস্তাব করেন।

স্বীকার্য:

(i) কোনো স্থায়ী কক্ষপথে আবর্তনকালে ইলেকট্রন এর মোট কৌণিক ভরবেগ $\frac{h}{2\pi}$ এর পূর্ণ সংখ্যার গুণিতক হবে অর্থাৎ $L = \frac{nh}{2\pi}$

(ii) পরমাণুস্থ ইলেকট্রনসমূহ যেকোনো ব্যাসার্ধের কক্ষপথে নিউক্লিয়াসের চারদিকে পরিভ্রমণ করতে পারে না কিন্তু কয়েকটি পৃথক পৃথক নির্দিষ্ট ও সুবিধাযুক্ত বৃত্তাকার কক্ষপথে পরিভ্রমণ করে।

(iii) যখনই কোনো ইলেকট্রন একটি যথোপযোগী কক্ষপথ হতে অপর একটি যথোপযোগী কক্ষপথে লাফ দেয়, তখনই শক্তির বিকিরণ/শোষণ ঘটে।

সীমাবদ্ধতা:

(i) হাইড্রোজেন বর্ণালি রেখাগুলি একক রেখা নয়। এর মূল গঠন এ মডেল ব্যাখ্যা করতে পারে না।

(ii) উপবৃত্তাকার কক্ষপথের সম্ভাবনা থাকা সত্ত্বেও কেন বৃত্তাকার কক্ষপথের কথা বলা হয়েছে তা এ মডেলে উল্লেখ করা হয়নি।

◈ ১৯৩২ খ্রিষ্টাব্দে চ্যাডউইক নিউট্রন আবিষ্কার করেন।

◈ তেজস্ক্রিয়তা: তেজস্ক্রিয় মৌল হতে স্বতস্ফূর্তভাবে কণা এবং রশ্মি নির্গত হওয়ার প্রক্রিয়াকে তেজস্ক্রিয়তা বলে এবং উক্ত মৌল ও রশ্মিকে যথাক্রমে তেজস্ক্রিয় পদার্থ ও রশ্মি বলে।

◈ জনক পরমাণু এবং দুহিতা পরমাণু: তেজস্ক্রিয় মৌলের যে পরমাণুর বিভাজন ঘটে, তাকে জনক পরমাণু বলা হয়। নিউক্লিয়াস থেকে তেজস্ক্রিয় রশ্মি নির্গত হওয়ার পর যে পরমাণুটি থাকে তাকে দুহিতা পরমাণু বলা হয়।

◈ রেডিও আইসোটোপ: কিছু কিছু আইসোটোপ তেজস্ক্রিয় কণা এবং রশ্মি নির্গত করে। এদেরকে রেডিও আইসোটোপ বলে।

◈ তেজস্ক্রিয়তা ২ প্রকার: (i) কৃত্রিম (ii) প্রাকৃতিক

◈ তেজস্ক্রিয় রশ্মি ৩ প্রকার: (i) α-rays (ii) β-rays (iii) γ-rays

◈ ক্ষয়ধ্রুবক: কোনো তেজস্ক্রিয় পদার্থের একটি পরমাণুর একক সময়ে ভাঙ্গনের সম্ভাব্যতাকে ঐ পদার্থের ক্ষয় ধ্রুবক বলে।

◈ অর্ধায়ু: কোনো তেজস্ক্রিয় পদার্থের প্রারম্ভিক বা উপস্থিত অক্ষত পরমাণুগুলোর অর্ধেক পরিমাণ ক্ষয় হতে যে সময় লাগে তাকে অর্ধায়ু বলে।

◈ গড় আয়ু: প্রত্যেকটি তেজস্ক্রিয় পরমাণুর আয়ুর যোগফলকে পরমাণুর প্রারম্ভিক সংখ্যা দ্বারা ভাগ করলে যে আয়ু পাওয়া যায় তাকে গড় আয়ু বলে।

◈ ভরত্রুটি: কোনো স্থায়ী নিউক্লিয়াসের ভর তার গঠনকারী উপাদানসমূহের মুক্তাবস্থার ভরের যোগফল অপেক্ষা কিছু কম হতে দেখা যায়, ভরের এই পার্থক্যকে ভরত্রুটি বলে।

◈ বন্ধনশক্তি: কোনো প্রয়োজনীয় সংখ্যার নিউক্লিয়ন একত্রিত হয়ে একটি স্থায়ী নিউক্লিয়াস গঠন করতে যে পরিমাণ শক্তি নির্গত বা শোষিত হয়, তকে নিউক্লিয় বন্ধন শক্তি বলে।

◈ নিউক্লিয় ফিউশন: যে প্রক্রিয়ায় একাধিক হালকা নিউক্লিয়াস একত্রিত হয়ে একটি অপেক্ষাকৃত ভারী নিউক্লিয়াস গঠন করে এবং অত্যধিক শক্তি নির্গত হয়, তাকে নিউক্লিয় ফিউশন বলে। ${}_1^3H + {}_1^2D \rightarrow {}_2^4He + {}_0^1n +$ শক্তি

◈ নিউক্লিয় ফিশন: যে প্রক্রিয়ার ভারী পরমাণুর নিউক্লিয়াস বিশ্লিষ্ট হয়ে প্রায় সমান ভরের দুটি নিউক্লিয়াস তৈরি হয় এবং বিপুল পরিমাণ শক্তি নির্গত হয়, তাকে ফিশন বিক্রিয়া বলে। $\{_9 2^{235}U + {}_0^1n \rightarrow \{_5 4^{140}Xe + \{_3 8^{94}Sr + 2{}_0^1n +$ শক্তি

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলি

সূত্রাবলি	ব্যবহৃত প্রতীকসমূহ
(i) ফোটনের শক্তি $E = h\nu$	h = প্ল্যাঙ্কের ধ্রুবক
(ii) কৌণিক ভরবেগ $L = mvr$	ν = ফোটনের কম্পাঙ্ক
(iii) কৌণিক ভরবেগ $L = \frac{nh}{2\pi} = mvr$	Δm = ভরত্রুটি
(iv) কেন্দ্রমুখী বল $F_c = \frac{mv^2}{r}$	R_H = রিডবার্গ ধ্রুবক
(v) n তম কক্ষপথে ইলেকট্রন এর বেগ $v = \frac{e}{\sqrt{4\pi \epsilon_0 mr_n}}$	N_0 = আদি অবস্থার পদার্থের পরিমাণ
n তম কক্ষপথে ইলেকট্রন এর ব্যাসার্ধ $r_n = \frac{n^2h^2\epsilon_0}{\pi me^2}$	λ = ক্ষয় ধ্রুবক
n তম কক্ষপথে ইলেকট্রন এর শক্তি $E = -\frac{me^4}{8n^2h^2\epsilon_0^2}$	$M_P = 1.007825$ a.m.u
(vi) $\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$	$M_n = 1.008665$ amu
(vii) নিউক্লিয়াসের ঘনত্ব, $\rho = \frac{3m}{4\pi R_0^3}$	Z = প্রোটন সংখ্যা
(viii) তেজস্ক্রিয় অবস্থার পর অবশিষ্ট পদার্থ $N = N_0 e^{-\lambda t}$;	A = ভরসংখ্যা
(ix) $T_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{\lambda}$	M = নিউক্লিয়াসের প্রকৃত ভর
(x) $\Delta m = [ZM_p + (A-Z)M_n] - M$	

বহুনির্বাচনি প্রশ্ন ও সমাধান

◆ **MCQ:** বিগত বছরসমূহের বোর্ড প্রশ্ন ও সমাধান

01. আইসোটোপের 'টোপ'- এর অর্থ কী? **[DB'22][Ans: a]**
(a) স্থান (b) গতি (c) ক্রিয়া (d) বিকিরণ

02. 1 amu ভরের সমতুল্য শক্তি কত? **[DB'22, RB'19, Din.B'17]**
(a) 932 MeV (b) 93.2 MeV
(c) 9.32 MeV (d) 0.932 MeV
সমাধান: **(a)**; 1 amu ভরের সমতুল্য শক্তি,
$E_{eq} = mc^2 = (1.66 \times 10^{-27}) \times (3 \times 10^8)^2$
$= 1.494 \times 10^{-10}$ J $= 9.3375 \times 10^8$eV
$= 933.75$ MeV ≈ 932 MeV

03. $^{40}_{18}Ar$ ও $^{40}_{20}Ca$ হচ্ছে- **[DB'22][Ans: c]**
(a) আইসোমার (b) আইসোটোপ
(c) আইসোবার (d) আইসোটোন

04. কক্ষপথে ঘূর্ণনশীল ইলেকট্রনের ওপর প্রযুক্ত কেন্দ্রমুখী বল-
(i) $F_c = \frac{mv^2}{r}$ (ii) $F_c = m\omega^2 r$ **[DB'22]**
(iii) $F_c = mr^2$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii
সমাধান: **(a)**; কেন্দ্রমুখী বল, $F_c = \frac{mv^2}{r} = m\omega^2 r [v = \omega r]$

05. কোনো নিউক্লিয়াসের ভরত্রুটি 0.0377 amu হলে বন্ধন শক্তি কত? **[DB'22, MB'22,RB'17]**
(a) 31.2 MeV (b) 32.5 MeV
(c) 33.1 MeV (d) 35.1 MeV
সমাধান: **(d)**; বন্ধন শক্তি, E_B = ভরত্রুটির মোট শক্তি,
$= \Delta mc^2 = (0.0377 \times 1.66 \times 10^{-17}) \times (3 \times 10^8)^2 = 35.1 MeV$

06. রিডবার্গ ধ্রুবকের মান কত? **[RB'22][Ans: a]**
(a) 1.097×10^7 m^{-1} (b) 1.097 m^{-1}
(c) 0.097 m^{-1} (d) 1.097×10^{-7} m^{-1}

07. কোনো তেজস্ক্রিয় মৌলের অর্ধায়ু 5 বছর। 25 বছর পর মৌলটির কত অংশ ক্ষয়প্রাপ্ত হয়? **[RB'22]**
(a) 3.127×10^{-2} (b) 3.198×10^{-1}
(c) 6.802×10^{-1} (d) 9.687×10^{-1}
সমাধান: **(d)**; $\ln\left(\frac{N_0}{N}\right) = \frac{\ln 2}{T_{\frac{1}{2}}} \times t$
$\Rightarrow \frac{N_0}{N} = e^{\frac{\ln 2}{5} \times 25} \Rightarrow N = \frac{N_0}{32}$
$\therefore$ ক্ষয়প্রাপ্ত হয়, $N' = N_0 - \frac{N_0}{32} = 9.687 \times 10^{-1}$ অংশ

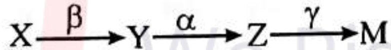
08. 1 amu $(1.66 \times 10^{-27}$ kg) ভরের সমতুল্য শক্তি কত eV? [RB'22]
(a) 9.338×10^8 (b) 9.338×10^6
(c) 3.113 (d) 1.494×10^{-10}
সমাধান: (a); $E = mc^2 = \frac{1.66\times10^{-27}\times(3\times10^8)^2}{1.6\times10^{-19}}$ eV
$= 9.338 \times 10^8$eV

09. তেজস্ক্রিয়তা- [RB'22][Ans: d]
(i) একটি নিউক্লীয় ঘটনা (ii) একটি স্বতঃস্ফূর্ত ঘটনা
(iii) মৌলের পারমাণবিক সংখ্যার উপর নির্ভরশীল
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

10. একটি ফিশন বিক্রিয়ায় ${}^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{141}_{56}Ba + {}^{92}_{36}Kr +$ শক্তি +? [RB'22][Ans: b]
(a) দুটি নিউট্রন (b) তিনটি নিউট্রন
(c) দুটি প্রোটন (d) তিনটি প্রোটন

11. নিউট্রনের ক্ষেত্রে সঠিক হল- [Ctg.B'22][Ans: d]
(i) এটি চার্জহীন কণিকা
(ii) এটি ক্ষয়প্রাপ্ত হলে একটি প্রোটন, একটি ইলেকট্রন ও একটি এন্টি নিউট্রিনো তৈরি করে
(iii) এটি অত্যধিক ভেদন ক্ষমতাসম্পন্ন
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

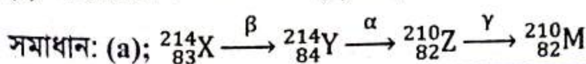
12. কোনো তেজস্ক্রিয় মৌলের 1 দিন পর $\frac{1}{16}$ অংশ অবশিষ্ট থাকলে অর্ধায়ু হবে- [Ctg.B'22, JB'22]
(a) 12 ঘণ্টা (b) 6 ঘণ্টা (c) 3 ঘণ্টা (d) 2 ঘণ্টা
সমাধান: (b); $N = N_0e^{-\lambda t} \Rightarrow \ln\frac{1}{16} = -\lambda t$
$\therefore \ln 16 = \frac{\ln 2}{T_{\frac{1}{2}}} \times 1$ day
$\Rightarrow T_{\frac{1}{2}} = \frac{1}{4}$ days $= \frac{1}{4} \times 24$ hours $= 6$ hours



নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
[এখানে α, β ও γ যথাক্রমে Y, X ও Z হতে রশ্মির বিকিরণ বোঝানো হয়েছে। M মৌলের ভরসংখ্যা 210 এবং পারমাণবিক সংখ্যা 82]

13. Y মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা কত? [Ctg.B'22][Ans: a]
(a) 84 (b) 82 (c) 80 (d) 78

14. উদ্দীপকের X ও Y মৌল হল- [Ctg.B'22]
(a) আইসোবার (b) আইসোটোন
(c) আইসোটোপ (d) আইসোমার

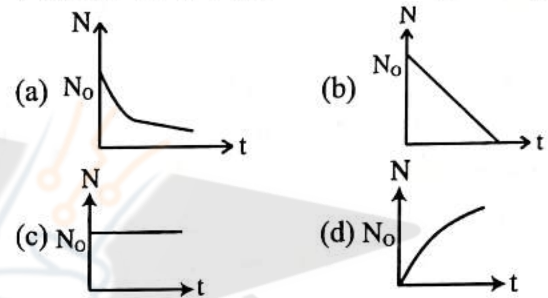

সমাধান: (a); ${}^{214}_{83}X \xrightarrow{\beta} {}^{214}_{84}Y \xrightarrow{\alpha} {}^{210}_{82}Z \xrightarrow{\gamma} {}^{210}_{82}M$

15. বোরের স্বীকার্য অনুসারে অনুমোদিত কক্ষপথে ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগ কত? [SB'22][Ans: a]
(a) $L = \frac{nh}{2\pi}$ (b) $L = \frac{2\pi}{nh}$ (c) $L = \frac{2n\pi}{h}$ (d) $L = \frac{2h}{\pi}$

16. তেজস্ক্রিয় ক্ষয় ধ্রুবকের মাত্রা কোনটি? [SB'22][Ans: b]
(a) [T] (b) $[T^{-1}]$ (c) $[\lambda]$ (d) $[\lambda^{-1}]$

17. ${}^{40}_{20}Ca$ এবং ${}^{39}_{19}K$ পরস্পরের কী? [SB'22][Ans: b]
(a) আইসোটোপ (b) আইসোটোন
(c) আইসোবার (d) আইসোমার

18. তেজস্ক্রিয় রূপান্তর সূত্র $N = N_0\, e^{-\lambda t}$ নিচের কোন লেখচিত্রটি সমর্থন করে? [BB'22][Ans: a]



19. তেজস্ক্রিয় বস্তুখণ্ডের গড় জীবন হলো- [BB'22]
(a) $\frac{\lambda}{\ln 2}$ (b) $\frac{1}{\lambda}$ (c) $\frac{0.693}{T_{\frac{1}{2}}}$ (d) $\frac{0.693}{\lambda}$
সমাধান: (b); $T = \frac{T_{\frac{1}{2}}}{\ln 2} = \frac{1}{\lambda}$

20. হাইড্রোজেন পরমাণুর চতুর্থ বোর কক্ষে ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগ হলো- [BB'22]
(a) $\frac{h}{\pi}$ (b) $\frac{2h}{\pi}$ (c) $\frac{h}{\lambda}$ (d) $\frac{2h}{\lambda}$
সমাধান: (b); $mvr = \frac{nh}{2\pi} = \frac{4\times h}{2\pi} = \frac{2h}{\pi}$

21. যখন কোনো তেজস্ক্রিয় মৌল থেকে α কণা নির্গত হয় তখন পর্যায় সারণিতে মৌলটির অবস্থান নিচে নেমে যায়- [JB'22][Ans: b]
(a) এক ঘর (b) দুই ঘর (c) তিন ঘর (d) চার ঘর

22. নিচের কোনটি চৌম্বক ক্ষেত্র দ্বারা সবচেয়ে বেশি বিক্ষিপ্ত হয়? [CB'22][Ans: d]
(a) গামা রশ্মি (b) অবলোহিত রশ্মি
(c) আলফা রশ্মি (d) বিটা রশ্মি

23. একটি বিটা কণা নির্গত হলে নিউক্লিয়াসের- [CB'22][Ans: a]
(a) প্রোটন সংখ্যা বৃদ্ধি পায় (b) নিউট্রন সংখ্যা বৃদ্ধি পায়
(c) প্রোটন সংখ্যা হ্রাস পায় (d) ভরসংখ্যা হ্রাস পায়

24. তেজস্ক্রিয় সক্রিয়তার একক- [CB'22][Ans: d]
(i) বেকেরেল (ii) কুরী (iii) রাদারফোর্ড
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

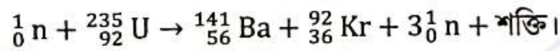
25. নিচের কোনটি তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গ? [CB'22][Ans: c]
(a) আলফা রশ্মি (b) বিটা রশ্মি
(c) গামা রশ্মি (d) ফটোইলেকট্রন

26. কোনো তেজস্ক্রিয় পদার্থের প্রারম্ভিক পরমাণু সংখ্যা N_0, অর্ধায়ু 3 দিন হলে 15 দিন পর অক্ষত পরমাণু সংখ্যা- [Din.B'22]
(a) $\frac{N_0}{32}$ (b) $\frac{N_0}{16}$ (c) $\frac{N_0}{10}$ (d) $\frac{N_0}{8}$
সমাধান: (a); $\frac{N}{N_0} = e^{-\lambda t} \Rightarrow \ln\left(\frac{N}{N_0}\right) = -\frac{\ln 2}{3} \times 15$
$\Rightarrow \ln\left(\frac{N_0}{N}\right) = 5 \ln 2 \Rightarrow \frac{N_0}{N} = 2^5 \therefore N = \frac{N_0}{2^5} = \frac{N_0}{32}$

27. 1 কুরি =? [Din.B'22][Ans: d]
(a) 3.7×10^3 Bq (b) 3.7×10^4 Bq
(c) 3.7×10^7 Bq (d) 3.7×10^{10} Bq

28. ${}_3^7Li + X \rightarrow {}_2^4He + {}_2^4He$ এখানে X হল- [Din.B'22][Ans: c]
(a) আলফা কণা (b) নিউট্রন
(c) প্রোটন (d) ডিউটেরন

29. প্রথম ও দ্বিতীয় বোর কক্ষপথে ইলেকট্রনের শক্তির অনুপাত- [Din.B'22]
(a) 1: 2 (b) 1: 4 (c) 2: 1 (d) 4: 1
সমাধান: (d); $E_n \propto \frac{1}{n^2} \therefore E_1 : E_2 = 2^2 : 1^2 = 4 : 1$

নিচের উদ্দীপক হতে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:

${}_0^1n + {}_{92}^{235}U \rightarrow {}_{56}^{141}Ba + {}_{36}^{92}Kr + 3{}_0^1n +$ শক্তি।

30. বিক্রিয়াটি কোন ধরনের? [MB'22][Ans: b]
(a) ফিউশন (b) ফিশন
(c) নিউক্লীয় তাপ বিক্রিয়া (d) সংযোজন বিক্রিয়া

31. বিক্রিয়াটিতে কী পরিমাণ শক্তি উৎপন্ন হবে? [MB'22] [Ans: d]
(a) 132 MeV (b) 182 MeV
(c) 192 MeV (d) 200 MeV

32. 1 a.m.u =? [MB'22]
(i) 931 MeV (ii) 931×10^6 eV
(iii) 1.66057×10^{-27} kg
সমাধান: (d); $1\text{ a.m.u} = 1.66057 \times 10^{-27}$ kg
$E_{1a.m.u} = 1.66057 \times 10^{-27} \times (3 \times 10^8)^2$
$= 1.494 \times 10^{-10}\text{ J} = 931 \times 10^6\text{eV} = 931\text{ MeV}$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

33. নিচের কোনটি চার্জ নিরপেক্ষ রশ্মি? [MB'22][Ans: c]
(a) ক্যাথোড রশ্মি (b) আলফা রশ্মি
(c) গামা রশ্মি (d) বিটা রশ্মি

34. 1 kg ইউরেনিয়াম (${}^{235}U$) হতে শক্তির পরিমাণ কত kWh? [MB'22]
(a) 5.25×10^2 (b) 2.29×10^7
(c) 3.92×10^7 (d) 9.32×10^7
সমাধান: (b); ইউরেনিয়াম পরমাণু সংখ্যা,
$N = \frac{1000}{235} \times 6.023 \times 10^{23} = 2.563 \times 10^{24}$
N সংখ্যক ইউরেনিয়াম পরমাণু হতে প্রাপ্ত শক্তি,
$E = 2.563 \times 10^{24} \times 200\text{ MeV}$
$= 2.563 \times 10^{24} \times 200 \times 10^6 \times 1.6 \times 10^{-19}\text{ J}$
$= 8.2 \times 10^{13} J = 2.28 \times 10^7\text{ kWh}$
$\approx 2.29 \times 10^7\text{ kWh}$

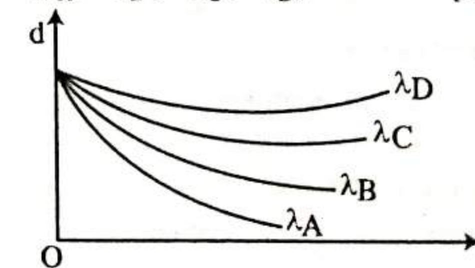
35. ${}_{30}^{40}Ca$ এবং ${}_{19}^{36}K$ হচ্ছে- [MB'22][Ans: No Ans]
(a) আইসোবার (b) আইসোটোপ
(c) আইসোমার (d) আইসোটোন

36. সবচেয়ে কম ভেদনযোগ্যতাসম্পন্ন রশ্মি কোনটি? [DB'19][Ans: a]
(a) আলফা (b)বিটা (c) গামা (d) এক্স-রশ্মি

37. একটি তেজস্ক্রিয় পদার্থের অর্ধায়ু 5y। কত বছর পর ওই তেজস্ক্রিয় পদার্থের $\frac{1}{32}$ অংশ অপরিবর্তিত থাকবে? [DB'19]
(a) 10 y (b)20 y (c) 25 y (d) 30 y
সমাধান: (c); $\frac{N}{N_0} = e^{-\lambda t} \Rightarrow \ln\frac{N_0}{N} = \lambda t \Rightarrow \ln\frac{N_0}{N} = \frac{\ln 2}{T_{\frac{1}{2}}} t$
$\therefore t = \frac{T_{\frac{1}{2}}}{\ln 2} \ln\frac{N_0}{N} = \frac{5}{\ln 2} \ln\frac{1}{\frac{1}{32}}\text{ year} = 25\text{ year}$

38. একটি ${}_{92}U^{238}$ নিউক্লিয়াস প্রথম ধাপে ${}_{90}T^{234}$ এবং পরবর্তী ধাপে ${}_{91}Pa^{234}$ নিউক্লিয়াসে পরিণত হয়। এই দুই ধাপে কী কী রশ্মি নির্গত হয়? [DB'19][Ans: a]
(a) α I β^- (b) β^- I β^- (c) α I α (d) β^- I α

39. কোনো তেজস্ক্রিয় মৌলের অর্ধায়ু ও গড় আয়ুর মধ্যে সম্পর্কযুক্ত সমীকরণ নিচের কোনটি? [RB'19][Ans: c]
(a) $T_{\frac{1}{2}} = \frac{1}{\tau}$ (b) $T_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{\tau}$
(c) $T_{\frac{1}{2}} = 0.693\,\tau$ (d) $T_{\frac{1}{2}} = \frac{\tau}{0.693}$

40. A, B, C ও D চারটি তেজস্ক্রিয় মৌলের অবক্ষয় ধ্রুবক যথাক্রমে $\lambda_A, \lambda_B, \lambda_C$ ও λ_D হলে তাদের পরমাণু সংখ্যা (d) বনাম সময় (t) এর গ্রাফ নিম্নরূপ:
$(\lambda_A > \lambda_B > \lambda_C > \lambda_D)$ [RB'19][Ans: a]


নিচের কোন মৌলটির তেজস্ক্রিয়তা সর্বাধিক?
(a) A (b) B (c) C (ঘ) D

41. বিটা রশ্মির – [Ctg.B'19][Ans: d]
(i) আয়নায়ন ক্ষমতা আছে (ii) ভর 9.1×10^{-31} kg
(iii) প্রতিপ্রভা সৃষ্টি করতে পারে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

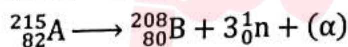
42. নিউক্লিয়াসের ভর-ত্রুটির সঠিক সমীকরণ নিচের কোনটি? [Ctg.B'19][Ans: a]
(a) $\Delta m = [Zm_p + (A - Z)m_n - M]$
(b) $\Delta m = [(A - Z)m_p + Zm_n - M]$
(c) $\Delta m = [Zm_p + Am_n - M]$
(d) $\Delta m = Am_p + Am_n - M$

43. ${}^{232}_{89}X \rightarrow {}^{232}_{Z}Y + \beta$ রশ্মি; Z- এর মান কত? [SB'19]
(a) 87 (b) 88 (c) 89 (d) 90
সমাধান: (d); ${}^{232}_{89}X \rightarrow {}^{232}_{Z}Y + {}^{0}_{-1}\beta$; পারমাণবিক সংখ্যা সমতা করে পাই, $89 = Z - 1 \therefore Z = 90$

44. হাইড্রোজেনের ভূমি অবস্থার শক্তি −13.6 eV হলে উহার দ্বিতীয় কক্ষের শক্তি কত? [SB'19]
(a) −54.4 eV (b) −27.2 eV
(c) −6.8 eV (d) −3.4 eV
সমাধান: (d); $E_2 = \frac{E_1}{2^2} = -\frac{13.6}{4} eV = -3.4eV$

45. তেজস্ক্রিয় কণা বা রশ্মিগুলোর ভেদন ক্ষমতা বিবেচনায় নিচের কোনটি সঠিক? [SB'19, CB'19][Ans: a]
(a) γ -রশ্মি > β -কণা > α -কণা
(b) α-কণা > β -কণা > γ -রশ্মি
(c) γ -রশ্মি > α -কণা > β -কণা
(d) β -কণা > α -কণা > γ -রশ্মি

নিচের উদ্দীপকটি লক্ষ কর পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:


${}^{215}_{82}A \longrightarrow {}^{208}_{80}B + 3{}^{1}_{0}n + (\alpha)$

46. উদ্দীপকের বিক্রিয়ায় কয়টি α কণা বের হবে? [BB'19]
(a) 1টি (b) 2 টি (c) 4টি (d) 6 টি
সমাধান: (a); ধরি, x টি ${}^{4}_{2}\alpha$ কণা এবং y টি ${}^{0}_{-1}\beta$ বের হবে। উভয়পক্ষের পারমাণবিক সংখ্যা তুলনা করে পাই,
$82 = 80 + 3 \times 0 + 2x - y$
$\Rightarrow 2x - y = 2 \ldots\ldots\ldots (i)$
উভয়পক্ষের ভরসংখ্যা তুলনা করে পাই,
$215 = 208 + 3 + 4x \therefore x = 1 \therefore y = 2x - 2 = 0$

47. বিক্রিয়াটিতে কয়টি β-কণা নিঃসৃত হবে? [BB'19] [Ans: a]
(a) 0 টি (b) 1 টি
(c) 2 টি (d) 4 টি

48. একখন্ড রেডিয়াম 500 বছর তেজস্ক্রিয় বিকিরণ নিঃসরণ করে এক-পঞ্চমাংশে পরিণত হয়। রেডিয়ামের অবক্ষয় ধ্রুবক কত? [CB'19]
(a) $2.5 \times 10^{-7}\ y^{-1}$ (b) $3.5 \times 10^{-6}\ y^{-1}$
(c) $2.4 \times 10^{-4}\ y^{-1}$ (d) $3.2 \times 10^{-3}\ y^{-1}$
সমাধান: (d); $\frac{N}{N_0} = e^{-\lambda t} \Rightarrow \lambda = \frac{\ln\frac{N_0}{N}}{t}$
$= \frac{\ln 5}{500}\ y^{-1} = 3.22 \times 10^{-3}\ y^{-1}$

49. ইলেকট্রন নিম্ন কক্ষপথ থেকে উচ্চ কক্ষপথে প্রবেশ করলে কী ঘটে? [Din.B'19][Ans: a]
(a) শক্তির শোষণ (b) শক্তির বিকিরণ
(c) শক্তির বিচ্ছুরণ
(d) শক্তির কোনো আদান-প্রদান হয় না

50. গামা রশ্মির ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক নয়? [Din.B'19][Ans: c]
(a) স্থির ভর শূন্য (b) আধান নিরপেক্ষ
(c) চৌম্বক ক্ষেত্র দ্বারা প্রভাবিত হয়
(d) ভেদন ক্ষমতা বেশি

51. রেডনের অর্ধ-জীবন 3.82 দিন। এই তেজস্ক্রিয় রেডনের ক্ষয় ধ্রুবকের মান কত? [Din.B'19]
(a) $0.108\ d^{-1}$ (b) $0.181\ d^{-1}$
(c) $0.128\ d^{-1}$ (d) 0.181 d
সমাধান: (b); $\lambda = \frac{\ln 2}{3.82} d^{-1} = 0.181 d^{-1}$

52. 2 amu সমান কত? [All B'18]
(a) 1863 MeV (b) 1863 eV
(c) 931.5MeV (d) 931.5 eV
সমাধান: (a); $931.5 \times 2 = 1863$MeV

53. অর্ধায়ু এবং গড় আয়ু পরস্পর- [All B'18]
(a) সমানুপাতিক (b) ব্যস্তানুপাতিক
(c) সমান (d) দ্বিগুণ
সমাধান: (a); $\tau = \frac{T_{1/2}}{0.693}$

54. A, B ও C তিনটি তেজস্ক্রিয় মৌলের অর্ধায়ু যথাক্রমে T_A, T_B ও T_C এবং তাদের ক্ষয় ধ্রুবক যথাক্রমে λ_A, λ_B ও λ_C [এখানে, $\lambda_A > \lambda_B > \lambda_C$] [All B'18]
নিচের কোন সম্পর্কটি সঠিক?
(a) $T_C > T_B > T_A$ (b) $T_B > T_A > T_C$
(c) $T_C > T_A > T_B$ (d) $T_A > T_B > T_C$
সমাধান: (a); $T \propto \frac{1}{\lambda}$

55. কোন কণার ভর শূন্য? [RB'17][Ans. b]
(a) ইলেকট্রন (b) ফোটন (c) প্রোটন (d) π-মেসন

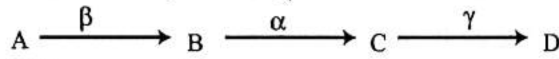
56. পরমাণুর ব্যাসার্ধ কোন ক্রমের? [RB'17][Ans. b]
(a) 10^{-15}m (b) 10^{-10}m
(c) 10^{-15}cm (d) 10^{-10}cm

57. তেজস্ক্রিয়তা পরিমাপের একক নয় কোনটি?[RB'17][Ans. d]
(a) কুরি (b) বেকেরেল (c) রাদারফোর্ড (d) রন্টজেন

58. $_{92}U^{235}$ পরমাণুর নিউট্রন সংখ্যা কত?[Ctg.B'17][Ans. b]
(a) 92 (b) 143 (c) 235 (d) 327

59. হাইড্রোজেন পরমাণুর ইলেকট্রনের সর্বনিম্ন কক্ষীয় কৌণিক ভরবেগ কোনটি? [Ctg.B'17][Ans. c]
(a) h (b) $\frac{h}{2}$ (c) $\frac{h}{2\pi}$ (d) $\frac{2\pi}{h}$

উদ্দীপকটি পড়ে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



উদ্দীপকে D মৌলের ভরসংখ্যা 210 এবং পারমাণবিক সংখ্যা 82।

60. B মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা কত? [SB'17][Ans. a]
(a) 84 (b) 82 (c) 80 (d) 78

61. উদ্দীপকে A ও B মৌল– [SB'17][Ans. d]
(a) আইসোমার (b) আইসোটোপ
(c) আইসোটোন (d) আইসোবার

62. ট্রিটিয়ামের অর্ধায়ু 12.5 বছর। একখণ্ড ট্রিটিয়ামের $\frac{3}{4}$ অংশ ক্ষয় হতে কত সময় লাগবে? [BB'17]
(a) 6.25 বছর (b) 25 বছর
(c) 37.5 বছর (d) 50 বছর

সমাধান: (b); $N = \left(1-\frac{3}{4}\right)N_o = \frac{1}{4}N_o \Rightarrow \frac{N}{N_o} = \frac{1}{4}$

আমরা জানি, $\frac{N}{N_o} = e^{-\lambda t} \Rightarrow \ln\frac{N}{N_o} = -\lambda t$

$\Rightarrow \ln\left(\frac{1}{4}\right) = -\frac{0.693}{12.5} \times t \Rightarrow t = 25yr.$

63. পরমাণুর ১ম কক্ষপথের শক্তি E_1 হলে n তম কক্ষপথের শক্তি কত? [BB'17][Ans. b]
(a) $\frac{E_1}{n}$ (b) $\frac{E_1}{n^2}$ (c) nE_1 (d) n^2E_1

64. নিচের নিউক্লিয়াসদ্বয়কে কি নামে অভিহিত করা হয়?
^3_1H ^3_2He [BB'17][Ans: d]
(a) আইসোটোপ (b) আইসোটোন
(c) আইসোমার (d) আইসোবার

65. ইলেক্ট্রনের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য– [BB'17][Ans: b]
(i) ঋণাত্মক চার্জ (ii) ধনাত্মক চার্জ
(iii) ভর আছে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

66. $^{222}_{86}X \rightarrow ^{214}_{82}Y + n\alpha$, বিক্রিয়াটিতে কয়টি α কণা নির্গত হয়? [CB'17]
(a) 1টি (b) 2টি (c) 4টি (d) 8টি

সমাধান: (b); α কণা নিঃসরণে পারমাণবিক সংখ্যা 2 কমে এবং ভরসংখ্যা 4 কমে যায়।

67. রেডনের অর্ধায়ু 4 দিন। এর গড় আয়ু হল– [Din.B'17]
(a) 5.77 দিন (b) 4.33 দিন
(c) 3.77 দিন (d) 1.77 দিন

সমাধান: (a); গড় আয়ু $= \frac{1}{\lambda}$; অর্ধায়ু $= \frac{\ln2}{\lambda}$

$\therefore$ গড় আয়ু $= \frac{\text{অর্ধায়ু}}{\ln2} = \frac{4}{\ln2} = 5.77$ দিন

MCQ: বিভিন্ন লেখকের মূল বইয়ের অনুশীলনীর প্রশ্ন ও সমাধান

প্রফেসর মোহাম্মদ ইসহাক স্যার

01. আলফা কণা বিক্ষেপণ পরীক্ষা কে করেন?
(a) থমসন (b) বোর (c) রাদারফোর্ড (d) কুরী

সমাধান: (c); থমসন = ক্যাথোড রশ্মি পরীক্ষা
বোর = স্থির কক্ষপথের ধারনা।

02. যখন একটি পরমাণুর নিউক্লিয়াস থেকে একটি বিটা কণা নির্গত হয় তখন —
(a) পারমাণবিক সংখ্যা এক কমে যায়
(b) ভর সংখ্যা এক কমে যায়
(c) পারমাণবিক সংখ্যা এক বেড়ে যায়
(d) পারমাণবিক সংখ্যা দুই কমে যায়

সমাধান: (c); বিটা কণা নির্গত হলে পারমাণবিক সংখ্যা এক বেড়ে যায় কিন্তু ভরসংখ্যা অপরিবর্তিত থাকে।

03. তেজস্ক্রিয় ক্ষয় সূত্র হলো — [Ans. a]
(a) $N = N_0e^{-\lambda t}$ (b) $N = N_0e^{-\lambda T}$
(c) $N_0 = Ne^{-\lambda T}$ (d) a ও b উভয়ই

04. সিলিকন নিউক্লিয়াসে প্রোটনের সংখ্যা কত?
(a) 4 (b) 14 (c) 29 (d) 32

সমাধান: (b); সিলিকনের পারমাণবিক সংখ্যা 14।
পারমাণবিক সংখ্যা = প্রোটন সংখ্যা।

05. একটি তেজস্ক্রিয় মৌলের অর্ধায়ু 1.8 দিন। 5.4 দিন পরে মৌলটির কত অংশ ক্ষয়প্রাপ্ত হবে?
(a) $\frac{1}{3}$ অংশ (b) $\frac{2}{3}$ অংশ
(c) $\frac{1}{8}$ অংশ (d) $\frac{7}{8}$ অংশ

সমাধান: (d); 1.8 দিন পর থাকবে $\frac{1}{2}$ অংশ।

3.6 দিন পর থাকবে $\frac{1}{4}$ অংশ।

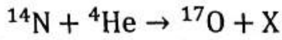
$\therefore$ 5.4 দিন পর থাকবে $\frac{1}{8}$ অংশ।

$\therefore$ ক্ষয়প্রাপ্ত হবে $= 1 - \frac{1}{8} = \frac{7}{8}$ অংশ।

06. 1 amu ভরের সমতুল্য শক্তি কত? **[Ans. a]**

(a) 934 MeV (b) 93.4 MeV
(c) 943 MeV (d) 980 MeV

07. নিচের বিক্রিয়ায় X কণাটি কী?



$^{14}N + {^4He} \rightarrow {^{17}O} + X$

(a) ইলেকট্রন (b) প্রোটন (c) নিউট্রন (d) ফোটন

সমাধান: (b); $^{14}_{7}N + {^4_2He} \rightarrow {^{17}_{8}O} + {^1_1x}$

$\therefore$ x = প্রোটন $= {^1_1p}$।

08. নিচের কোন রাশি 1 কুরী নির্দেশ করে? **[Ans. d]**

(a) 3.7×10^7 decay s^{-1} (b) 3.7×10^8 decay s^{-1}
(c) 3.7×10^9 decay s^{-1} (d) 3.7×10^{10} decay s^{-1}

09. দুই ঘণ্টা পর কোনো তেজস্ক্রিয় বস্তুর প্রাথমিক পরিমাণের $\frac{1}{16}$ অংশ অক্ষত থাকে। উক্ত তেজস্ক্রিয় বস্তুর অর্ধায়ু হলো —

(a) 15 মি. (b) 30 মি. (c) 45 মি. (d) 60 মি.

সমাধান: (b); সূত্র: কোনো তেজস্ক্রিয় মৌলের অর্ধায়ু T sec হলে nT sec পর মৌলটির $\frac{1}{2^n}$ অংশ অবশিষ্ট থাকবে।

এখানে $\frac{1}{16}$ বা $\frac{1}{2^4}$ অংশ অবশিষ্ট থাকে দুই ঘণ্টা বা 120 মিনিটে। এখানে, n = 4 $\therefore$ অর্ধায়ু $= \frac{120}{4}$ বা 30 মি.।

10. α-কণা হলো —

(a) ^4_2He (b) ^3_1H (c) ^3_2He (d) ^2_1He

সমাধান: (a); α-কণা $= {^4_2He^{2+}}$

11. $^{40}_{20}Ca$ এবং $^{39}_{19}K$ হচ্ছে — **[Ans. d]**

(a) আইসোটোপ (b) আইসোবার
(c) আইসোমার (d) আইসোটোন

12. একটি ইলেকট্রন যদি E_2 হতে E_1 শক্তিস্তরে গমন করে তাহলে বিকীর্ণ শক্তির তরঙ্গদৈর্ঘ্য জানা যাবে নিচের কোন সমীকরণের সাহায্যে- **[Ans. d]**

(a) $\lambda = \frac{E_2 - E_1}{h}$ (b) $\lambda = \frac{hc}{E_2} - \frac{hc}{E_1}$
(c) $\lambda = \frac{c}{h(E_2 - E_1)}$ (d) $\lambda = \frac{hc}{E_2 - E_1}$

13. α, β ও γ কণার ভেদন ক্ষমতার অনুপাত - **[Ans. c]**

(a) 1000: 100: 1 (b) 100: 1: 1000
(c) 1: 100: 1000 (d) কোনোটিই নয়

14. তেজস্ক্রিয় কণার নিউক্লিয়াস থেকে যে কণা নির্গত হলে আধানের পরিমাণ 2 একক এবং ভর 4 একক কমে যায় তা হলো- **[Ans. d]**

(a) ফোটন (b) বিটা (c) ইলেকট্রন (d) আলফা

15. নিউক্লীয় চুল্লীতে ক্যাডমিয়াম দণ্ড ব্যবহার করা হয় -

(a) নিউট্রনের গতি স্থির রাখার জন্য
(b) নিউট্রনের গতি ত্বরান্বিত করার জন্য
(c) কিছু নিউট্রন শোষণের জন্য
(d) সব নিউট্রন শোষণের জন্য

সমাধান: (c); মডারেটর নিউট্রনের গতি স্থীর করে।

16. নিচের কোন রাশিটি মাত্রাহীন? **[Ans. b]**

(a) $\frac{e^2}{mc^2}$ (b) $\frac{e^2}{\hbar c}$ (c) $\frac{e^2}{ma_0^2}$ (d) $\frac{e^2}{\hbar^2 c}$

17. প্রথম তিনটি বোর কক্ষপথের ব্যাসার্ধের অনুপাত হচ্ছে -

(a) $1: \frac{1}{4}: \frac{1}{19}$ (b) 1: 2: 3 (c) 1: 4: 9 (d) 1: 8: 27

সমাধান: (c); $r_n = n^2 r_1$

$\therefore r_1 : r_2 : r_3 = 1^2 : 2^2 : 3^2 = 1 : 4 : 9$

18. $_{83}Bi^{210}$ তেজস্ক্রিয় বিকিরণের পর $_{84}Po^{210}$ মৌলটি তৈরি করে। এখানে বিকিরণের ধরন হচ্ছে -

(a) β-decay (b) α-decay
(c) α and β-decay (d) γ-decay

সমাধান: (a); $_{83}Bi^{210} \rightarrow {_{84}Po^{210}} + {^0_{-1}\beta}$.

19. একটি তেজস্ক্রিয় পদার্থের অর্ধায়ু 20 min. 20% থেকে 80% এর মধ্যে ক্ষয় হতে সময় লাগবে -

(a) 20 min (b) 30 min
(c) 40 min (d) None of these

সমাধান: (c); $T_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{\ln 2}{20}$ [অর্ধায়ু = 20 min]

$\therefore t = \frac{1}{\lambda} \ln \frac{80}{20} = \frac{20}{\ln 2} \times 2 \ln 2 = 20 \times 2 = 40$ min.

20. 14min শেষে তেজস্ক্রিয় polonium এর 1/16 অংশ অবশিষ্ট থাকে। মৌলটির অর্ধায়ু কত?

(a) $\frac{7}{8}$ min (b) $\frac{8}{7}$ min (c) $\frac{7}{2}$ min (d) $\frac{14}{3}$ min

সমাধান: (c); সূত্র: কোনো তেজস্ক্রিয় মৌলের অর্ধায়ু T sec হলে n T sec পর মৌলটির $\frac{1}{2^n}$ অংশ অবশিষ্ট থাকবে।

এখানে, $\frac{1}{16}$ বা $\frac{1}{2^4}$ অংশ অবশিষ্ট থাকে 14 min শেষে।

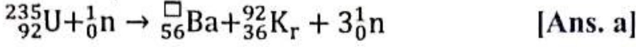
$\therefore$ 4T = 14 min. $\therefore$ অর্ধায়ু, $T = \frac{14}{4} = \frac{7}{2}$ min.

21. কোনো তেজস্ক্রিয় মৌলের ক্ষয় ধ্রুবকের মান 0.01/s। এর অর্ধায়ু -

(a) 0.693 s (b) 6.93 s (c) 69.3 s (d) 693 s

সমাধান: (c); $T_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{0.01} = 69.3$ s.

22. নিচের সমীকরণে ^{235}U-এর ফিশন বিক্রিয়া দেখানো হয়েছে। খালি বক্সটিতে নিচের কোন সংখ্যাটি হবে?



$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{\square}_{56}Ba + ^{92}_{36}K_r + 3^{1}_{0}n$ **[Ans. a]**

(a) 141 (b) 142 (c) 143 (d) 144

23. পোলোনিয়াম $^{214}Po(Z = 84)$ এর α বিকিরণের মাধ্যমে প্রাপ্ত মৌল হচ্ছে - **[Ans. b]**

(a) $^{214}Po(Z = 84)$ (b) $^{210}Pb(Z = 82)$
(c) $^{214}At(Z = 85)$ (d) $^{210}Bi\ (Z = 83)$

24. অ্যালুমিনিয়ামের নিউক্লিয়াসের সংকেত $^{27}_{13}Al$ হলে, প্রোটন সংখ্যা কত?

(a) 27 (b) 7 (c) 14 (d) 13

সমাধান: (d); প্রোটন সংখ্যা = পারমাণবিক সংখ্যা।

25. নিচের কোনটির গতিশক্তি সবচেয়ে বেশি? **[Ans. b]**

(a) γ-ray (b) α-ray (c) β-ray (d) sound

26. একটি সীসার খণ্ডে সুড়ঙ্গ করে তেজস্ক্রিয় পদার্থ ইউরেনিয়াম রাখা হলে, সুড়ঙ্গ পথে নির্গত তেজস্ক্রিয় রশ্মিটি- **[Ans. d]**

(a) α-রশ্মি (b) β-রশ্মি (c) γ-রশ্মি (d) সবগুলোই

27. $^{12}_{6}C$ এবং $^{13}_{6}C$ কার্বনের দুটি আইসোটোপ হওয়ায় এদের রাসায়নিক বিক্রিয়া -

(a) বেশ ভিন্ন (b) প্রায় সমান
(c) সমান
(d) দ্বিতীয় আইসোটোপটি বিক্রিয়া নিরপেক্ষ

সমাধান: (b); মৌলের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মাবলি নিউট্রনের উপর নির্ভর করে না।

28. ট্রিটিয়ামের অর্ধায়ু 12.5 বছর। 25 বছর পর 1gm ট্রিটিয়াম কত গ্রাম হবে?

(a) 0.5gm (b) 0.75gm (c) 0.25gm (d) 0.125gm

সমাধান: (c); সূত্র: কোনো তেজস্ক্রিয় মৌলের অর্ধায়ু T sec হলে nT sec পর মৌলটির $\frac{1}{2^n}$ অংশ অবশিষ্ট থাকবে।

এখানে, $nT = 25$ বছর $\Rightarrow n = \frac{25}{12.5} = 2.$ [$\because T = 12.5$ বছর]

∴ 25 বছর পর অবশিষ্ট থাকবে $= \frac{1}{2^2}$ অংশ

$= \frac{1}{4} \times 1\ gm = 0.25gm.$

29. নিউট্রন হলো -

(a) স্থায়ী মূল কণিকা (b) অস্থায়ী কণিকা
(c) স্থায়ী কণিকা (d) অস্থায়ী মূল কণিকা

সমাধান: (a); স্থায়ী মূল কণিকা তিনটি। যথা- ইলেকট্রন, প্রোটন ও নিউট্রন।

30. পরমাণুর মোট শক্তি সর্বদাই- **[Ans. c]**

(a) ধনাত্মক (b) ঋণাত্মক
(c) শূন্য (d) কোনোটিই নয়

ড. শাহজাহান তপন স্যার

01. রাদারফোর্ডের আলফা কণা পরীক্ষা থেকে কোনটির অস্তিত্ব পাওয়া যায়? **[Ans. b]**

(a) ইলেকট্রন (b) নিউক্লিয়াস (c) নিউট্রিনো (d) নিউট্রন

02. রাদারফোর্ডের পরীক্ষায় ব্যবহৃত স্বর্ণপাতের পুরুত্ব কত?

(a) $6 \times 10^{-7}m$ (b) $5 \times 10^{-7}m$ **[Ans. a]**
(c) $5 \times 10^{-6}m$ (d) $6 \times 10^{-6}m$

03. রাদারফোর্ডের মডেল অনুসারে নিচের কোন বক্তব্যটি সঠিক নয়? **[Ans. d]**

(a) পরমাণুর সমুদয় ভর এর কেন্দ্রে পুঞ্জীভূত
(b) সমুদয় ধনাত্মক চার্জ এর কেন্দ্রে পুঞ্জীভূত
(c) নিউক্লিয়াসের ব্যাসার্ধ 10^{-15} m এর পর্যায়ভুক্ত
(d) পরমাণুর অস্তিত্ব বাধাগ্রস্থ হবে না

04. ইলেকট্রন যখন উচ্চ শক্তি স্তর থেকে নিম্ন শক্তি স্তরে যায় তখন ইলেকট্রন কর্তৃক বিকিরিত শক্তি কী হবে? **[Ans. a]**

(a) $hf = E_u - E_l$ (b) $hf = E_u + E_l$
(c) $hf = \frac{E_u}{E_l}$ (d) $hf = \frac{E_l}{E_u}$

05. একটি ভারী নিউক্লিয়াস ভেঙ্গে প্রায় সমান ভর সংখ্যার দুটি নিউক্লিয়াসে বিভক্ত হওয়ার প্রক্রিয়াকে কী বলে? **[Ans. b]**

(a) শৃঙ্খল বিক্রিয়া (b) নিউক্লীয় ফিশন
(c) নিউক্লীয় ফিউশন (d) এর কোনোটিই নয়

06. $^{235}_{92}U$ নিউক্লিয়াসের ইলেকট্রনের সংখ্যা কত?

(a) 92 (b) 235 (c) 143 (d) শূন্য

সমাধান: (d); নিউক্লিয়াসে ইলেকট্রন থাকে না।

07. ভরসংখ্যা বলতে নিউক্লিয়াসে অবস্থিত কীসের সংখ্যা বোঝায়? **[Ans. b]**

(a) ইলেকট্রন ও প্রোটন (b) প্রোটন ও নিউট্রন
(c) নিউট্রন ও ইলেকট্রন (d) ইলেকট্রন, প্রোটন ও নিউট্রন

08. তেজস্ক্রিয় পদার্থ থেকে নিচের কোনটি নির্গত হয় না?

(a) α – রশ্মি (b) β – রশ্মি **[Ans. d]**
(c) γ – রশ্মি (d) নিউট্রন

09. তেজস্ক্রিয়তার এস. আই একক কী? **[Ans. b]**

(a) কুরি (b) বেকেরেল
(c) রন্টজেন (d) রাদারফোর্ড

10. তেজস্ক্রিয় ক্ষয় ধ্রুবকের এস. আই একক কী? **[Ans. c]**

(a) m^{-1} (b) cm^{-1} (c) s^{-1} (d) year

11. প্রতি সেকেন্ডে ক্ষয়ের সংখ্যা দিয়ে তেজস্ক্রিয়তা পরিমাপ করা হয়। প্রতি সেকেন্ডে একটি ক্ষয়কে কী বলা হয়?

(a) 1 eV (b) 1 MeV **[Ans. d]**
(c) 1 Curie (d) 1 Becqueral

12. কোনো তেজস্ক্রিয় মৌলের অর্ধেক পরিমাণ ক্ষয় হতে যে সময় লাগে তাকে কী বলে? [Ans. c]
(a) পূর্ণ জীবন (b) গড় জীবন
(c) অর্ধ জীবন (d) এর কোনোটিই নয়

13. একক সময়ে একটি মৌলের ক্ষয়ের সম্ভাব্যতাকে কী বলে? [Ans. c]
(a) বেকেরেল (b) কুরি
(c) ক্ষয় ধ্রুবক (d) এর কোনোটিই নয়

14. যে কোনো সময় t –তে উপস্থিত তেজস্ক্রিয় মৌলের সংখ্যা N হলে তেজস্ক্রিয় মৌলের ক্ষয়ের হার হবে– [Ans. a]
(a) $-\frac{dN}{dt} \propto N$ (b) $\frac{dN}{dt} \propto N$
(c) $-\frac{dN}{dt} \propto eN$ (d) $-\frac{dN}{dt} \propto e^{-N}$

15. কোনো তেজস্ক্রিয় মৌল থেকে বিকিরিত α কণা হচ্ছে -
(a) হিলিয়াম নিউক্লিয়াস (b) হাইড্রোজেন নিউক্লিয়াস
(c) লিথিয়াম নিউক্লিয়াস (d) বোরোন নিউক্লিয়াস
সমাধান: **(a)**; α কণা হলো দ্বিধনাত্মক হিলিয়াম নিউক্লিয়াস।

16. কোনো তেজস্ক্রিয় মৌলের অর্ধ জীবন 40 দিন। মৌলটি সম্পূর্ণ ক্ষয় হতে কত সময় লাগবে? [Ans. d]
(a) 40 দিন (b) 80 দিন
(c) 400 দিন (d) অসীম সময়

17. জার্মেনিয়াম নিউক্লিয়াসের প্রতীক $^{73}_{32}Ge$. এর নিউট্রন সংখ্যা কত?
(a) 73 (b) 32 (c) 105 (d) 41
সমাধান: **(d)**; ভর সংখ্যা = প্রোটন সংখ্যা + নিউট্রন সংখ্যা
⇒ নিউট্রন সংখ্যা = 73 − 32 = 41.

18. নিচের কোন দুটি রশ্মি একই ধর্ম প্রদর্শন করে? [Ans. c]
(a) X − ray এবং α−ray (b) γ − ray এবং β−ray
(c) X − ray এবং γ−ray
(d) α − ray এবং β − ray

19. 10 গ্রাম ভরের একটি তেজস্ক্রিয় মৌল α − কণা বিকিরণ করে। এক অর্ধ জীবন পরে এর ভর কত হবে? [Ans. a]
(a) 5 গ্রাম (b) প্রায় 10 গ্রাম
(c) 10 গ্রাম (d) কোনোটিই নয়

20. γ − রশ্মির মধ্যে আছে — [Ans. c]
(a) ইলেকট্রন (b) প্রোটন (c) ফোটন (d) পজিট্রন

21. দুটি হালকা মৌল একত্রিত হয়ে একটি ভারী মৌল গঠনের প্রক্রিয়াকে কী বলে? [Ans. a]
(a) নিউক্লিয় ফিউশান বিক্রিয়া (b) শৃঙ্খল বিক্রিয়া
(c) নিউক্লিয় ফিশন বিক্রিয়া (d) এর কোনোটিই নয়

22. চার ঘন্টা পর কোনো তেজস্ক্রিয় বস্তুর প্রাথমিক পরিমাণের $\frac{1}{16}$ অংশ অক্ষত থাকে। উক্ত তেজস্ক্রিয় বস্তুর অর্ধজীবন হলো–
(a) 15 মিনিট (b) 30 মিনিট (c) 45 মিনিট (d) 1 ঘন্টা
সমাধান: **(d)**; সূত্র: কোনো তেজস্ক্রিয় মৌলের অর্ধায়ু T sec হলে n T sec পর মৌলটির $\frac{1}{2^n}$ অংশ অবশিষ্ট থাকবে।
এখানে, $\frac{1}{16}$ বা $\frac{1}{2^4}$ অংশ অবশিষ্ট থাকে 4 ঘণ্টা পর।
∴ 4T = 4 ∴ অর্ধায়ু, $T = \frac{4}{4} = 1$ ঘণ্টা।

23. যে সমস্ত পরমাণুর ভরসংখ্যা বা পারমাণবিক ওজন একই কিন্তু পারমাণবিক সংখ্যা ভিন্ন, তাদেরকে বলে- [Ans. b]
(a) আইসোমার (b) আইসোবার
(c) আইসোটোন (d) আইসোটোপ

24. ^{198}Au এর অবক্ষয় ধ্রুবক প্রতিদিন 0.257। ^{198}Au -এর অর্ধায়ু কত? [Ans. d]
(a) 0.27 days (b) 0.72 days
(c) 7.20 days (d) 2.70 days

25. বিটা ক্ষয়ে ট্রিটিয়ামের (^3_1H) অর্ধায়ু 12.5 বছর। 25 বছর পর একটি খাঁটি ট্রিটিয়াম বস্তুখণ্ডের কত অংশ অবশিষ্ট থাকবে?
(a) $\frac{1}{8}$ (b) $\frac{1}{2}$ (c) $\frac{1}{4}$ (d) $\frac{1}{6}$
সমাধান: **(c)**; সূত্র: কোনো তেজস্ক্রিয় মৌলের অর্ধায়ু T sec হলে n T sec পর মৌলটির $\frac{1}{2^n}$ অংশ অবশিষ্ট থাকবে।
এখানে, nT = 25 বছর ∴ $n = \frac{25}{12.5} = 2$ [∵ T = 12.5]
∴ 25 বছর পর অবশিষ্ট থাকবে = $\frac{1}{2^2}$ বা $\frac{1}{4}$ অংশ।

26. জাল টাকা শনাক্তকরণে কোন রশ্মির ব্যবহার নির্ভুল ও সময় উপযোগী?
(a) X − ray (b) UV − ray
(c) γ − ray (d) β − ray
সমাধান: **(b)**; জাল টাকা, পাসপোর্ট, জাল ক্রেডিট কার্ড ইত্যাদি শনাক্তকরণে UV − ray ব্যবহৃত হয়।

27. নিচের নিউক্লিয়ার বিক্রিয়ায় X হচ্ছে: $^9_4Be + ^4_2He \rightarrow ^{12}_4 C + X$
(a) Electron (b) Proton [Ans. c]
(c) Neutron (d) কোনোটিই নয়

28. একটি তেজস্ক্রিয় মৌলের গড় আয়ু 1 বছর হলে, এর অর্ধায়ু হবে-
(a) 0.693 বছর (b) 0.5 বছর
(c) 0.4 বছর (d) 0.75 বছর
সমাধান: **(a)**; $T_{\frac{1}{2}} = 0.693 \times 1 = 0.693$ বছর।

29. কোনটি নিউক্লীয় ঘটনা নয়? **[Ans. d]**
(a) α-রশ্মি (b) β-রশ্মি (c) γ-রশ্মি (d) X-রশ্মি

30. যে সব পদার্থের পারমাণবিক সংখ্যা অভিন্ন কিন্তু ভর সংখ্যা ভিন্ন তাদেরকে কী বলা হয়? **[Ans. a]**
(a) আইসোটোপ (b) আইসোটোন
(c) আইসোবার (d) আইসোমার

ড. তফাজ্জল হোসেন স্যার

01. নিচের কোনটিকে পরমাণুর শক্তির আধার বলা হয়?
(a) ইলেকট্রন (b) আইসোটোপ **[Ans. c]**
(c) নিউক্লিয়াস (d) ফোটন

02. হাইড্রোজেন মৌলের নিউক্লিয়াসে কোনটি থাকে না?
(a) প্রোটন (b) ইলেকট্রন **[Ans. c]**
(c) নিউট্রন (d) কোনোটিই নয়

03. পারমাণবিক সংখ্যা হল– **[Ans. b]**
(a) নিউক্লিয়াসের নিউট্রন সংখ্যা
(b) নিউক্লিয়াসের প্রোটন সংখ্যা
(c) নিউক্লীয়ন সংখ্যা
(d) পরমাণুর ইলেকট্রন সংখ্যা

04. $_{92}U^{238}$ এ প্রোটন ও নিউট্রনের সংখ্যা যথাক্রমে–
(a) 146 ও 92 (b) 92 ও 92
(c) 92 ও 146 (d) 92 ও 238

সমাধান: (c); $_{92}U^{238}$ এখন, 92 হল প্রোটন সংখ্যা এবং নিউট্রন সংখ্যা হল $(238 - 92) = 146$.

05. প্রথম বোর কক্ষপথের ব্যাসার্ধ r_1 হলে n-তম কক্ষপথের ব্যাসার্ধ-
(a) nr_1 (b) $\frac{r_1}{n}$ **[Ans. c]**
(c) n^2r_1 (d) $\frac{r_1}{n^2}$

06. প্রথম বোর কক্ষপথের ব্যাসার্ধ — **[Ans. b]**
(a) 1.53Å (b) 0.53Å (c) 0.053Å (d) 53Å

07. বোর মডেল অনুসারে হাইড্রোজেন পরমাণুর ২য় কক্ষপথের ব্যাসার্ধ ১ম কক্ষপথের ব্যাসার্ধের — **[Ans. c]**
(a) দুই গুণ (b) তিন গুণ
(c) চার গুণ (d) পাঁচ গুণ

08. বোর মডেল অনুসারে হাইড্রোজেনের কক্ষপথের ব্যাসার্ধের ক্ষেত্রে নিচের কোন সম্পর্ক সঠিক? **[Ans. c]**
(a) $r_2 = 2r_1$ (b) $r_3 = 3r_1$
(c) $r_4 = 16r_1$ (d) $r_4 = 4r_1$

09. স্থায়ী কক্ষপথে আবর্তনশীল ইলেকট্রনের মোট শক্তির পরিমাণ প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যার সাথে কিভাবে সম্পর্কিত?
(a) সমানুপাতিক (b) ব্যস্তানুপাতিক **[Ans. c]**
(c) বর্গের ব্যস্তানুপাতিক (d) বর্গের সমানুপাতিক

10. ৩য় কক্ষপথে ইলেকট্রনের শক্তি — **[Ans. c]**
(a) $E_3 = \frac{1}{3}E_1$ (b) $E_3 = 3E_1$
(c) $E_3 = \frac{1}{9}E_1$ (d) $E_3 = 9E_1$

11. কোনটি তড়িৎ নিরপেক্ষ? **[Ans. d]**
(a) ইলেকট্রন (b) প্রোটন (c) পজিট্রন (d) নিউট্রন

12. পরমাণুর ভরসংখ্যা থেকে পারমাণবিক সংখ্যা বাদ দিলে কোনটি পাওয়া যায়? **[Ans. c]**
(a) প্রোটন সংখ্যা (b) ইলেকট্রন সংখ্যা
(c) নিউট্রন সংখ্যা (d) পজিট্রন সংখ্যা

13. আয়রন নিউক্লিয়াসের প্রতীক $_{26}Fe^{56}$ এর নিউট্রন সংখ্যা কত?
(a) 56 (b) 26 **[Ans. c]**
(c) 30 (d) 82

14. $_{25}Mn^{55}$ এবং $_{26}Fe^{56}$ হচ্ছে —
(a) আইসোটোপ (b) আইসোটোন
(c) আইসোবার (d) আইসোমার

সমাধান: (b);

আইসোটোপ	প্রোটন সংখ্যা সমান
আইসোটোন	নিউট্রন সংখ্যা সমান
আইসোবার	ভর সংখ্যা সমান

15. তেজস্ক্রিয় পদার্থ থেকে β রশ্মির নিঃসরণের ক্ষেত্রে নিচের কোনটি সঠিক? **[Ans. b, c]**
(a) তড়িৎ চুম্বকীয় বিকিরণ
(b) নিউক্লিয়াস থেকে নিঃসৃত চার্জিত কণা
(c) ইলেকট্রন নিঃসরণ
(d) চার্জ নিরপেক্ষ

16. α-রশ্মি বিকিরণের ফলে নিউক্লিয়াসে প্রোটন সংখ্যা-
(a) 2 বৃদ্ধি পায় (b) 1 বৃদ্ধি পায় **[Ans. c]**
(c) 2 হ্রাস পায় (d) 4 হ্রাস পায়

17. প্রোটন ইলেকট্রন থেকে কতগুণ ভারী? **[Ans. a]**
(a) 1836 (b) 1827 (c) 1789 (d) 1876

18. ফিশান বিক্রিয়ায় উৎপন্ন নিউক্লিয়াসের ভর-মূল নিউক্লিয়াস অপেক্ষা — **[Ans. b]**
(a) বেশি হয় (b) কম হয়
(c) সমান হয়
(d) কখনও বেশি কখনও সমান হয়

19. $_{92}U^{234}$ থেকে বিটা রশ্মি নির্গত হলে বিক্রিয়ার ফলে উৎপন্ন হবে — **[Ans. c]**
(a) $_2He^4 + {}_{90}Th^{230}$ (b) $_2He^4 + {}_{96}Cm^{238}$
(c) $_{-1}e^0 + {}_{93}Np^{234}$ (d) $_{-1}e^0 + {}_{91}Pa^{234}$

20. $_{88}Ra^{226}$ থেকে α রশ্মি নির্গত হলে উৎপন্ন হবে- **[Ans. a]**

(a) $_2He^4 + {}_{86}Rn^{222}$ (b) $_2He^4 + {}_{90}He^{230}$

(c) $_{-1}e^0 + {}_{89}Ac^{226}$ (d) $_{-1}e^0 + {}_{87}Fr^{226}$

21. চৌম্বক ক্ষেত্র দ্বারা প্রভাবিত হয় না —

(a) আলফা রশ্মি (b) বিটা রশ্মি

(c) গামা রশ্মি (d) এক্স-রশ্মি

সমাধান: **(c)**; গামা রশ্মি চার্জ নিরপেক্ষ তাই চৌম্বকক্ষেত্র দ্বারা প্রভাবিত হয় না।

22. নিচের নিউক্লীয় বিক্রিয়ার X কণাটি কী? **[Ans. a]**



$_{89}Ac^{227} \rightarrow {}_{90}Th^{227} + X$

(a) একটি ইলেকট্রন (b) একটি নিউট্রন

(c) একটি প্রোটন

(d) একটি হিলিয়াম নিউক্লিয়াস

23. একটি তেজস্ক্রিয় পদার্থের অর্ধায়ু 3 minutes হলে এর ক্ষয়ধ্রুবক কত?

(a) $0.231\ s^{-1}$ (b) $0.231\ min^{-1}$

(c) $0.312\ s^{-1}$ (d) $0.312\ min^{-1}$

সমাধান: **(b)**; $\lambda = \frac{0.693}{3} = 0.231 min^{-1}$.

24. আইসোটোপ কী? **[Ans. c]**

(a) যে সব পরমাণু তেজস্ক্রিয় তাদের আইসোটোপ বলে

(b) যে সব পরমাণুর নিউট্রন সংখ্যা বেশি

(c) যে সব পদার্থের পারমাণবিক সংখ্যা অভিন্ন কিন্তু নিউট্রন সংখ্যা ভিন্ন

(d) যে সব পদার্থের প্রোটন সংখ্যা ভিন্ন

25. হাইড্রোজেন পরমাণুতে ইলেকট্রনের সর্বনিম্ন কৌণিক ভরবেগ- **[Ans. c]**

(a) h (b) $\frac{h}{2}$

(c) $\frac{h}{2\pi}$ (d) $\frac{h}{\pi}$

26. ভরসংখ্যা হল — **[Ans. c]**

(a) পরমাণুর নিউক্লিয়াসের নিউট্রন সংখ্যা

(b) নিউক্লিয়াসের প্রোটন সংখ্যা

(c) নিউক্লিয়ন সংখ্যা

(d) পরমাণুর ইলেকট্রন সংখ্যা

27. আলফা কণার সংকেত হলো- **[Ans. a]**

(a) $_2He^4$ (b) $_1H^2$ (c) $_1H^1$ (d) $_{-1}e^0$

28. প্রোটনের সংকেত হলো — **[Ans. a]**

(a) $_1H^1$ (b) $_1H^2$ (c) $_{+1}e^0$ (d) $_{-1}e^0$

29. ডিওটেরনের সংকেত কী? **[Ans. c]**

(a) $_1H^3$ (b) $_1H^1$ (c) $_1H^2$ (d) $_2He^4$

30. ট্রাইটনের সংকেত কী? **[Ans. a]**

(a) $_1H^3$ (b) $_1H^1$ (c) $_1H^2$ (d) $_2He^4$

◆ MCQ: সম্ভাব্য নমুনা প্রশ্ন ও সমাধান

01. কোনো তেজস্ক্রিয় মৌলের অর্ধজীবন এর গড়জীবনের– **[Ans: a]**

(a) সমানুপাতিক (b) ব্যস্তানুপাতিক

(c) সমান (d) কোনো সম্পর্ক নেই

02. ২ ঘন্টা পরে কোনো তেজস্ক্রিয় মৌলের $\frac{1}{16}$ অংশ অবশিষ্ট থাকে। মৌলটির অর্ধজীবন কত?

(a) 15 মিনিট (b) 30 মিনিট (c) 45 মিনিট (d) 1 ঘন্টা

সমাধান: **(b)**; $t = \frac{T_{\frac{1}{2}}}{0.693} \ln 16 \Rightarrow 2 \times 60$

$= \frac{T_{\frac{1}{2}}}{0.693} \ln 16 \therefore T_{\frac{1}{2}} = 30$ min

[অবশিষ্ট অংশ $= \frac{1}{2^n}$ হলে, অর্ধজীবন, $T_{\frac{1}{2}} = \frac{t}{n}$]

03. γ রশ্মির মধ্যে আছে– **[Ans: c]**

(a) ইলেকট্রন (b) প্রোটন (c) ফোটন (d) পজিট্রন

04. কোনোটি তড়িৎ ও চৌম্বক ক্ষেত্র দ্বারা বিচ্যুত হয়- **[Ans: c]**

(a) গামারশ্মি (b) এক্সরে

(c) আলফা রশ্মি (d) অতিবেগুনী রশ্মি

05. α কণা হলো- **[Ans: a]**

(a) $^4_2He^{2+}$ (b) ^3_2He (c) ^3_1H (d) ^2_1H

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:

তেজস্ক্রিয় পরমাণু রেডনের প্রারম্ভিক পরমাণু সংখ্যা 10^8 টি।

06. রেডনের অর্ধায়ু 4 দিন হলে, এর অবক্ষয় ধ্রুবক λ =?

(a) $0.25d^{-1}$ (b) $623.7d^{-1}$

(c) $0.173d^{-1}$ (d) 4.5sec

সমাধান: **(c)**; $t_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{\ln 2}{t_{\frac{1}{2}}}$

$= \frac{\ln 2}{4} = 0.173d^{-1}$

07. একদিনে রেডনের কত সংখ্যক পরমাণু ভেঙে যাবে?

(a) 84.09×10^6 (b) 15.9×10^6

(c) 3.125×10^7 (d) 16×10^7

সমাধান: **(b)**; $N = 10^8(e^{-\lambda \times 1})$

$\therefore$ ভেঙ্গে যাবে $= 10^8 - N = 15.9 \times 10^6$

08. $^9_4Be + {}^4_2Be \rightarrow {}^{12}_6C + X$; বিক্রিয়াটির X নিচের কোনটি? **[Ans: c]**

(a) ইলেকট্রন (b) প্রোটন

(c) নিউট্রন (d) বিটা কণা

09. রেডনের অর্ধায়ু 3.82 দিন। রেডনের-
(i) তেজস্ক্রিয় ধ্রুবকের মান $0.000002s^{-1}$
(ii) $\frac{1}{20}$ অংশ অপরিবর্তিত থাকবে 16.51 দিন পর
(iii) তেজস্ক্রিয় ধ্রুবকের মান $0.1812s^{-1}$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii
সমাধান: (a); $t_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln(2)}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{\ln(2)}{t_{\frac{1}{2}}}$
$= \frac{\ln 2}{3.84\times24\times3600} = 0.000002s^{-1}$

10. কোনো স্থায়ী কক্ষপথে আবর্তনকালে ইলেকট্রনের মোট কৌণিক ভরবেগ কিসের পূর্ণ সংখ্যার গুণিতক হবে? **[Ans: a]**
(a) $\frac{h}{2\pi}$ (b) $\frac{h}{\pi}$ (c) $\frac{2}{n}$ (d) $\frac{h}{3\pi}$

11. প্লাজমা অবস্থায় পরমাণুর নিউক্লিয়াস থেকে কোনটি বিচ্ছিন্ন হয়? **[Ans: c]**
(a) প্রোটন (b) নিউট্রন (c) ইলেকট্রন (d) মেসন

12. প্রথম তিনটি বোর কক্ষপথের অনুপাত কত?
(a) $1:\frac{1}{4}:\frac{1}{9}$ (b) 1 : 2 : 3 (c) 1 : 4 : 9 (d) 1 : 8 : 27
সমাধান: (c); $r \propto n^2 \Rightarrow r_1 : r_2 : r_3 = 1 : 4 : 9$

13. বোরের পরমাণু মডেল অনুসারে হাইড্রোজেন পরমাণুর তৃতীয় কক্ষপথের ব্যাসার্ধ r_3 হলে, দ্বিতীয় কক্ষপথের ব্যাসার্ধ হবে– **[Ans: d]**
(a) $\frac{9r_3}{4}$ (b) $\frac{3r_3}{2}$ (c) $\frac{2r_3}{2}$ (d) $\frac{4r_3}{9}$

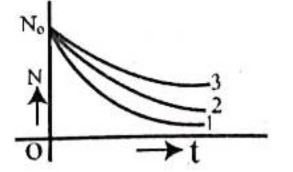
14. α রশ্মির বৈশিষ্ট্য – **[Ans: a]**
(i) তড়িৎ এবং চৌম্বক ক্ষেত্র দ্বারা বিচ্যুত হয়
(ii) আয়নায়ন ক্ষমতা বিটা থেকে বেশি
(iii) ভেদন ক্ষমতা গামা থেকে বেশি
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

15. ইলেকট্রন দ্বারা শোষিত শক্তি—
(a) 15.95eV (b) 12.75 eV
(c) 20eV (d) 10.2 eV
সমাধান: (b); $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$
$= 2.04\times10^{-18}J = 12.75eV$

16. উত্তেজিত ইলেকট্রন কোন শক্তি স্তরে আছে?
(a) 2 (b) 3 (c) 4 (d) 5
সমাধান: (c); ঐ স্তরে শক্তি, $E_n = -13.6 + 12.75$
$= -0.85eV$; $E_n = n^2E_1 \Rightarrow n = 4$

17. ঐ শক্তি স্তরে ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগ হবে–
(a) $4.12 \times 10^{30}Js$ (b) $5.02 \times 10^{-19}Js$
(c) 2.11×10^{-34} Js (d) 4.22×10^{-34} Js
সমাধান: (d); কৌণিক ভরবেগ $= \frac{nh}{2\pi} = 4.22\times10^{-34}Js$

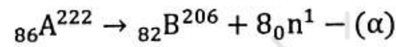
নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
চিত্রের 1, 2 ও 3 তিনটি তেজস্ক্রিয় নমুনার অর্ধায়ু ও ক্ষয় ধ্রুবক যথাক্রমে T_1, T_2, T_3 ও $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$। 2 নং নমুনার অর্ধায়ু 10 দিন।



18. চিত্রানুযায়ী- **[Ans: c]**
(i) $\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3, T_1 < T_2 < T_3$
(ii) $\lambda_3 < \lambda_2 < \lambda_1, T_1 > T_2 > T_3$
(iii) $\lambda_1 > \lambda_2 > \lambda_3, T_1 < T_2 < T_3$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) ii (c) iii (d) ii, iii

19. 2 নং নমুনার 40% কত সময় পরে অবশিষ্ট থাকবে?
(a) 3.22 দিন (b) 10.32 দিন
(c) 13.22 দিন (d) 23.32 দিন
সমাধান: (c); $t = \frac{1}{\lambda}\ln\frac{N_0}{N} = \frac{1}{\ln2} \times T_{\frac{1}{2}}\ln\frac{N_0}{N}$
$= \frac{1}{\ln2} \times 10 \times \ln\frac{100}{40} = 13.22d$

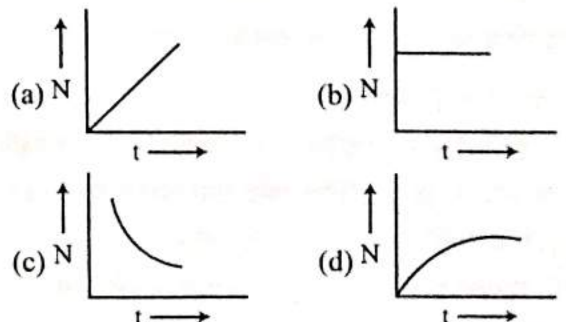
নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:


$_{86}A^{222} \rightarrow {}_{82}B^{206} + 8{}_0n^1 - (\alpha)$

20. 1gm ভরের কোনো তেজস্ক্রিয় পদার্থ 50 sec সময়ে 0.01 gm ভর হারায়। ঐ পদার্থের অর্ধায়ু কত?
(a) 57 min 28 sec (b) 20 min 20 sec
(c) 27 min 2 sec (d) 60 min 01 sec
সমাধান: (a); $\lambda = \frac{1}{t}\ln\frac{N_0}{N} = \frac{1}{t}\ln\frac{m_0}{m} = \frac{1}{50}\ln\frac{1}{1-0.01}$
$= 2.01 \times 10^{-4}s^{-1}$
$t_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln2}{\lambda} = \frac{\ln2}{2.01\times10^{-4}} = 3448.45sec = 57$ min 28sec

21. তেজস্ক্রিয়তার একক কী? **[Ans: a]**
(a) বেকেরেল (b) রনজেন (c) অ্যাম্পিয়ার (d) ওহম

22. নিচের কোন লেখটি সময়ের সাথে তেজস্ক্রিয় পরমাণুর অবক্ষয় হার নির্দেশ করে?



সমাধান: (c); $N = N_0e^{-\lambda t} \therefore N \propto e^{-\lambda t}$

জ্ঞানমূলক সৃজনশীল প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

CQ: বিগত বছরসমূহের বোর্ড পরীক্ষার জ্ঞানমূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. ভরত্রুটি কী? **[DB'22; RB'22; JB'22; DB'17; CB'17; RB'16; Din.B'16; CB'15; Din.B'15]**
উত্তর: কোনো স্থায়ী নিউক্লিয়াসের ভর এর গঠনকারী উপাদানসমূহের মুক্তাবস্থায় ভরের যোগফলের চেয়ে কিছুটা কম হতে দেখা যায়। ভরের এ পার্থক্যকে ভরত্রুটি বলে।

02. তেজস্ক্রিয়তা কাকে বলে? **[Ctg.B'22]**
উত্তর: তেজস্ক্রিয় মৌল থেকে স্বতঃস্ফূর্তভাবে তেজস্ক্রিয় রশ্মি নির্গমনের ঘটনাকে তেজস্ক্রিয়তা বলে।

03. ক্ষয় ধ্রুবক কাকে বলে? **[Ctg.B'22, MB'21]**
উত্তর: কোনো তেজস্ক্রিয় পদার্থের একটি পরমাণুর একক সময়ে ভাঙনের সম্ভাব্যতাকে ঐ পদার্থের ক্ষয় ধ্রুবক বলে।

04. নিউক্লিয়াস কাকে বলে? **[SB'22]**
উত্তর: পদার্থের পরমাণুর কেন্দ্রে অতি ক্ষুদ্র পরিসরে একটি ঘন জমাট ভারী গোলাকার বস্তুপিণ্ড রয়েছে। এর নাম নিউক্লিয়াস।

05. নিউক্লিয়ার ফিশন কাকে বলে? **[BB'22; Din.B'17]**
উত্তর: যে বিশেষ ধরনের নিউক্লিয়ার বিক্রিয়ায় একটি ভারী নিউক্লিয়াস প্রায় সমান ভর সংখ্যাবিশিষ্ট দুটি নিউক্লিয়াসে বিভক্ত হয় তাকে নিউক্লিয়ার ফিশন বলে।

06. বোরের পরমাণু মডেলের ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগ সংক্রান্ত স্বীকার্য লিখ। **[CB'22]**
উত্তর: দ্বিতীয় স্বীকার্য (ইলেকট্রন কৌণিক ভরবেগ সম্পর্কিত প্রস্তাব): ইলেকট্রনসমূহ ইচ্ছামত যেকোনো কক্ষপথে আবর্তন করতে পারে না। একটি নির্দিষ্ট কক্ষপথে ঘূর্ণায়মান ইলেকট্রনের মোট কৌণিক ভরবেগ নির্দিষ্ট যা $\frac{h}{2\pi}$ এর পূর্ণসংখ্যার গুণিতক হবে। এখানে h হলো প্ল্যাঙ্কের ধ্রুবক, যার মান 6.63×10^{-34} Js।

07. গড় আয়ু কাকে বলে? **[Din.B'22]**
উত্তর: কোনো তেজস্ক্রিয় বস্তুখণ্ডের সবগুলো পরমাণুর আয়ুর যোগফলকে এর পরমাণুর প্রারম্ভিক সংখ্যা দিয়ে ভাগ করে যে আয়ু পাওয়া যায় তাকে গড় আয়ু বলে।

08. '1' (এক) রাদারফোর্ড কী? **[Ctg.B'19]**
উত্তর: প্রতি সেকেন্ডে কোনো তেজস্ক্রিয় মৌলের 10^6 টি পরমাণুর নিউক্লিয়াসের ভাঙনকে 1 রাদারফোর্ড বলে।

09. নিউক্লীয়ন কাকে বলে? **[BB'19]**
উত্তর: সকল পরমাণুর নিউক্লিয়াসই এক বা একাধিক প্রোটন এবং নিউট্রন দ্বারা গঠিত। এই প্রোটন এবং নিউট্রনগুলোকে একত্রে নিউক্লীয়ন বলে।

10. তেজস্ক্রিয় ক্ষয় সূত্রটি লিখ। **[CB'19]**
উত্তর: কোনো মুহূর্তে তেজস্ক্রিয় পরমাণুর ভাঙন বা অবক্ষয়ের হার ঐ সময়ে উপস্থিত অক্ষত পরমাণুর সমানুপাতিক।

11. শৃঙ্খল বিক্রিয়া কী? **[RB'17, SB'17]**
উত্তর: যে স্ব-বহ বিক্রিয়া একবার শুরু হলে তাকে চালিয়ে রাখার জন্য অতিরিক্ত কোনো শক্তির প্রয়োজন হয় না তাকে শৃঙ্খল বিক্রিয়া বলে।

12. নিউক্লিয়ন কী? **[Ctg.B'17; BB'17]**
উত্তর: নিউক্লিয়াসে যে সকল কণা থাকে তাদের নিউক্লিয়ন বলে।

13. পারমাণবিক ভর একক বলতে কী বুঝ? **[SB'17]**
উত্তর: একটি বন্ধনহীন নিরপেক্ষ কার্বন-১২ পরমাণুর নিউক্লিয় ও ইলেকট্রনিক ভূমি অবস্থায় ভরের বারো ভাগের এক ভাগকে পারমাণবিক ভর একক বলে।

CQ: সম্ভাব্য জ্ঞানমূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. নিউক্লিয়ার ফিউশন কাকে বলে?
উত্তর: যে প্রক্রিয়ায় অত্যন্ত দ্রুত গতিসম্পন্ন দুটি হালকা নিউক্লিয়াসের মধ্যে সংঘর্ষের ফলে এরা পরস্পরের সাথে যুক্ত হয়ে একটি অপেক্ষাকৃত ভারী নিউক্লিয়াস গঠন করে এবং অত্যধিক শক্তি নির্গত হয়, তাকে নিউক্লিয় ফিউশন বলে।

02. আইসোটোপ কী?
উত্তর: যে সব পরমাণুর পারমাণবিক সংখ্যা একই কিন্তু ভর সংখ্যা ভিন্ন তাদেরকে পরস্পরের আইসোটোপ বলে।

03. বন্ধন শক্তি কী?
উত্তর: কোনো প্রয়োজনীয় সংখ্যক নিউক্লিয়ন একত্রিত করে একটি নিউক্লিয়াস গঠনের জন্য যে পরিমাণ শক্তির প্রয়োজন হয় তাকে নিউক্লিয় বন্ধন শক্তি বলে।

04. আইসোমার কী?
উত্তর: যে সমস্ত পরমাণুর পারমাণবিক সংখ্যা এবং ভর সংখ্যা একই কিন্তু তাদের অভ্যন্তরীণ গঠন ভিন্ন, তাদেরকে আইসোমার বলে।

অনুধাবনমূলক সৃজনশীল প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

◆ **CQ: বিগত বছরসমূহের বোর্ড পরীক্ষার অনুধাবনমূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর**

01. **বোরের পরমাণু মডেলের সাহায্যে কীভাবে রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলের সীমাবদ্ধতা দূর করা হয়েছে? ব্যাখ্যা কর।** **[DB'22; RB'22]**

উত্তর: রাদারফোর্ড মডেলের সনাতন তড়িচ্চুম্বকীয় তত্ত্ব অনুযায়ী ত্বরিত গতিতে চলমান আহিত কণা সর্বদা তড়িচ্চুম্বকীয় বিকিরণের আকারে শক্তি বিকিরণ করে। ফলে ইলেকট্রনের বেগ তথা কক্ষপথের ব্যাসার্ধ ক্রমশ কমে যাবে। বোরের তৃতীয় স্বীকার্য অনুযায়ী ইলেকট্রনের এক কক্ষপথ থেকে অন্য কক্ষপথে লাফ দেওয়ার ফলে শক্তির যে শোষণ বা বিকিরণ তা পরমাণুর অতিরিক্ত শক্তি তড়িৎ চুম্বকীয় শক্তির আকারে বিকিরণ করে। তরঙ্গদৈর্ঘ্য অনুযায়ী ওই বিকিরণ দৃশ্যমান আলোক রশ্মি, অতিবেগুনি রশ্মি এমন কি এক্স-রশ্মি হতে পারে। নির্দিষ্ট কক্ষপথে থাকাকালীন ইলেকট্রন কোনো শক্তি শোষণ বা বিকিরণ করে না। ফলে কক্ষপথের পরিধির ওপর কোনো প্রভাব ফেলে না। তাই বলা যায় বোরের পরমাণুর মডেলে উল্লিখিত মতবাদ রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলের সীমাবদ্ধতাকে দূর করে।

02. **নিউক্লিয়ার ফিশন বিক্রিয়া দ্রুত হারে বৃদ্ধি পায় কেন? ব্যাখ্যা কর।** **[RB'22]**

উত্তর: যে প্রক্রিয়ায় ভারী পরমাণুর নিউক্লিয়াস বিশ্লিষ্ট হয়ে প্রায় সমান ভরের দুটি নিউক্লিয়াস তৈরি হয় এবং বিপুল পরিমাণ শক্তি নির্গত হয়, তাকে নিউক্লীয় ফিশন বলে।

$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}\eta \rightarrow [^{236}_{92}U] \rightarrow ^{141}_{56}Ba + ^{92}_{36}kr + 3^{1}_{0}\eta +$ শক্তি

অর্থাৎ $^{235}_{92}U$-কে তাপীয় নিউট্রন দ্বারা আঘাত করায় 1 টি হতে 3 টি দ্রুতিগতি সম্পন্ন নিউট্রন সৃষ্টি হয়। এই নিউট্রনগুলোর আঘাতে আরও ইউরেনিয়াম নিউক্লিয়াসে ফিশন ঘটে। এরূপ ধারাবাহিকভাবে ফিশন প্রক্রিয়া চলতে থাকে। তাই নিউক্লিয়ার ফিশন বিক্রিয়া দ্রুত হারে বৃদ্ধি পায়।

03. **তেজস্ক্রিয় ক্ষয় সূত্র ব্যাখ্যা কর।** **[Ctg.B'22]**

উত্তর: কোনো মুহূর্তে তেজস্ক্রিয় পরমাণুর ভাঙন বা অবক্ষয়ের হার ওই সময়ে উপস্থিত অক্ষত পরমাণুর সমানুপাতিক।

যদি তেজস্ক্রিয় পরমাণুর ভাঙনের হার $\frac{dN}{dt}$ এবং t সময়ে অক্ষত পরমাণুর সংখ্যা N হয়, তবে $\frac{dN}{dt} \propto N$

$\Rightarrow -\frac{dN}{dt} =$ ধ্রুবক $\times N \Rightarrow \frac{dN}{dt} = -\lambda N \Rightarrow \frac{dN}{N} = -\lambda dt$

ইহাই তেজস্ক্রিয় ক্ষয় সূত্রের গাণিতিক রূপ।

04. **পরমাণুর শক্তিস্তরের শক্তি ঋণাত্মক কেন? ব্যাখ্যা কর।** **[SB'22]**

উত্তর: পরমাণুর শক্তিস্তরের শক্তি ঋণাত্মক, কেননা-

(i) ঋণাত্মক চিহ্ন নির্দেশ করে যে নিউক্লিয়াস এবং ইলেকট্রনের মধ্যে আকর্ষণ বল রয়েছে, ফলে ইলেকট্রন নিউক্লিয়াসের সাথে বন্ধনে যুক্ত।

(ii) ইলেকট্রনকে যুক্ত করতে উপরোক্ত পরিমাণ শক্তির প্রয়োজন হবে। এই অর্থে কক্ষীয় শক্তিকে বন্ধন শক্তি বা কার্য অপেক্ষক হিসেবে গণ্য করা হয়।

(iii) যেহেতু $E_n \propto -\frac{1}{n^2}$, সেহেতু n বৃদ্ধি পেলে E_n বৃদ্ধি পায়। এর অর্থ ভেতরের কক্ষপথ অপেক্ষা বাইরের কক্ষপথের শক্তি অধিক।

05. **আলফা রশ্মি তড়িৎক্ষেত্র দ্বারা বিচ্যুত হয় কিন্তু গামা রশ্মি হয় না– ব্যাখ্যা কর।** **[BB'22]**

উত্তর: আলফা রশ্মি হচ্ছে হিলিয়াম নিউক্লিয়াস (He^{2+})। হিলিয়াম নিউক্লিয়াস আধানযুক্ত হওয়ায় এটিকে তড়িৎক্ষেত্র দ্বারা বিচ্যুত করা যায়। কিন্তু গামা রশ্মি একটি তড়িৎচুম্বক রশ্মি। তড়িৎচুম্বক রশ্মিকে তড়িৎক্ষেত্র দিয়ে বিচ্যুত করা যায় না।

06. **কোনো তেজস্ক্রিয় পদার্থের নিঃশেষ কাল অসীম—ব্যাখ্যা কর।** **[BB'22; RB'17]**

উত্তর: কোনো তেজস্ক্রিয় বস্তুর তেজস্ক্রিয়তা সময় অতিবাহিত হওয়ার সাথে সাথে কমতে থাকে এবং এটি ক্ষয় সূচক নিয়ম মেনে চলে। তেজস্ক্রিয়তা একটি স্বতঃস্ফূর্ত আকস্মিক ঘটনা। $t = \infty$ অর্থাৎ অসীম সময়ের জন্য অক্ষত পরমাণু সংখ্যা শূন্য হয়। কোন মুহূর্তে কোন পরমাণুটি ভেঙ্গে যাবে তা নির্দিষ্ট করে বলা অসম্ভব। তাই, তেজস্ক্রিয় পদার্থের নিঃশেষ কাল অসীম।

07. **নিউক্লিয়ার ফিশন ও ফিউশন বিক্রিয়ার কোনটি অধিক নিরাপদ-ব্যাখ্যা কর।** **[JB'22]**

উত্তর: নিউক্লিয়ার ফিশন ও ফিউশন বিক্রিয়ার মধ্যে ফিশন বিক্রিয়া অধিক নিরাপদ। কেননা, ফিশন বিক্রিয়া একটি চেইন বিক্রিয়া হলেও বিশেষ রড দিয়ে এই বিক্রিয়ার গতি হ্রাস-বৃদ্ধি করা যায়, অর্থাৎ নিয়ন্ত্রণ করা যায়। কিন্তু ফিউশন বিক্রিয়ায় অত্যধিক তাপমাত্রা ($> 10^8$ K) প্রয়োজন হওয়ায়, তা নিয়ন্ত্রণের কোনো উপায় আজও আবিষ্কৃত হয়নি।

08. কোনো একটি স্থায়ী নিউক্লিয়াসের ভর ও এর উপাদানিক কণাগুলোর মুক্ত অবস্থার মিলিত ভর সমান হয় না কেন? [CB'22]

উত্তর: প্রোটন ও নিউট্রনগুলো যখন সম্পূর্ণ আলাদা ও স্বাধীনভাবে থাকে তখন ভর-শক্তি বলতে শুধুই তাদের ভরের সমষ্টি বুঝায়। কিন্তু প্রোটন ও নিউট্রনগুলো যখন নিউক্লিয়াস গঠন করে, তখন ঐ নিউক্লিয়াসের ভর ও বন্ধনশক্তি দুই-ই থাকে। সুতরাং ভর-শক্তির সংরক্ষণসূত্র অনুসারে,

প্রোটন ও নিউট্রনের ভরের সমষ্টি = নিউক্লিয়াসের ভর + নিউক্লিয় বন্ধনশক্তি

অর্থাৎ প্রোটন ও নিউট্রনের ভরের থেকে নিউক্লিয়াসের ভর কিছুটা কম হয়, কারণ এই হ্রাসকৃত ভর বন্ধনশক্তিতে রূপান্তরিত হয়।

09. হাইড্রোজেন পরমাণুর ইলেকট্রনের বেগ কক্ষপথের ব্যাসার্ধের সাথে কীরূপ সম্পর্কিত? ব্যাখ্যা কর। [CB'22]

উত্তর: হাইড্রোজেন পরমাণু হলো সবচেয়ে সরল পরমাণু এবং পারমাণবিক সংখ্যা এক (1)। এ পরমাণুতে একটি প্রোটন নিউক্লিয়াস হিসেবে থাকে এবং একটি ইলেকট্রন নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে ঘুরে। মনে কর, ইলেকট্রনের ভর m এবং চার্জ e। ইলেকট্রনটি r ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে প্রোটন তথা নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে v সমদ্রুতিতে ঘুরছে। সুতরাং ইলেকট্রনের উপর প্রযুক্ত কেন্দ্রমুখী বল, $F_c = \frac{mv^2}{r}$ ……… (i)

আবার প্রোটনের চার্জও e, তাই প্রোটন ও ইলেকট্রনের মধ্যকার স্থির তড়িৎ আকর্ষণ বল, $F_e = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{e^2}{r^2}$ ……… (ii)

সাম্যবস্থায়, প্রযুক্ত কেন্দ্রমুখী বল এবং স্থির তড়িৎ আকর্ষণ বল সমান।

সুতরাং, সমীকরণ (i) ও (ii) হতে পাওয়া যায়, $F_c = F_e$

$\Rightarrow \frac{mv^2}{r} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{e^2}{r^2} \Rightarrow v^2 = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 mr}$ ……… (iii)

n-তম বোর কক্ষপথের ইলেকট্রন বিবেচনা করলে (iii) সমীকরণ হতে পাওয়া যায়, $v_n^2 = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 mr_n}$ ……… (iv)

10. একটি নিউক্লিয়াসের স্থায়িত্ব নির্ভর করে নিউক্লিয়ন প্রতি বন্ধনশক্তির উপর- ব্যাখ্যা কর। [Din.B'22]

উত্তর: বন্ধনশক্তি, B.E. $= \Delta mc^2 = [ZM_p + (A - Z)M_n - M]c^2$

এই সম্পর্কটি হতে বুঝা যায় যে, নিউক্লিয়াসের ভরত্রুটি যত কম (বিশেষত ঋণাত্মক) হয়, তার বন্ধনশক্তি হয় তত বেশি। অর্থাৎ, নিউক্লিয়াসের স্থায়িত্বও তত বাড়ে। উদাহরণ হিসেবে বলা যায়,

অক্সিজেন-16 এর ভরত্রুটি ঋণাত্মক, তাই এটি যথেষ্ট স্থায়ী নিউক্লিয়াস। অন্যদিকে U-238 এর ভরত্রুটি ধনাত্মক এবং এর মান 0.1249 amu যা যথেষ্ট বেশি তাই U-238 নিউক্লিয়াসটি অস্থায়ী ।

11. "ফিশনের পর উৎপাদের মোট ভর বিক্রিয়কের মোট ভরের তারতম্য হয় কেন?" ব্যাখ্যা কর। [MB'22]

উত্তর: ফিশনের পর উৎপাদের মোট ভর বিক্রিয়কের মোট ভরের তুলনায় কিছুটা কম হয়।

ফিশন বিক্রিয়ায় বিপুল পরিমাণ শক্তি উৎপন্ন হয়। আইনস্টাইনের ভর-শক্তি সমীকরণ অনুসারে, $E = \Delta mc^2$

এখানে, Δm = হ্রাসকৃত ভর। অর্থাৎ উৎপন্ন হওয়া শক্তি, হ্রাসকৃত ভর থেকে আসে। ভর এখানে শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। তাই উৎপাদ এর ভর কিছুটা কম হয়।

12. যে নিউক্লিয়াসের গড় বন্ধনশক্তি বেশি তার স্থায়িত্বকাল বেশি—কেন? [MB'22]

উত্তর: কোনো নিউক্লিয়াসকে ভেঙ্গে এর নিউক্লিয়নগুলোকে পরস্পরের প্রভাব হতে মুক্ত করতে নিউক্লিয়াসকে বাহির হতে যে পরিমাণ শক্তি সরবরাহ করতে হয় তাকে বন্ধন শক্তি বলে।

নিউক্লিয়নগুলোকে একত্রকারী নিউক্লীয় বলের ক্রিয়া হতে নিউক্লীয় বন্ধনশক্তি উদ্ভূত হয় এবং এটিই নিউক্লিয়াসের স্থায়ীত্বের জন্য দায়ী। যে নিউক্লিয়াসের গড় বন্ধনশক্তি বেশি, সেটি ভাঙতে বেশি পরিমাণ শক্তি প্রয়োজন হয়। তাই এটি বেশি স্থায়ী। অতএব, যে নিউক্লিয়াসের গড় বন্ধনশক্তি বেশি, তার স্থায়ীত্বকাল বেশি।

13. রেডনের অর্ধায়ু 2.83 দিন বলতে কী বুঝ? [MB'22; RB'17]

উত্তর: যে সময়ে কোনো তেজস্ক্রিয় পদার্থের অর্ধেক সংখ্যক পরমাণু ক্ষয়িত হয়, তাকে ঐ পদার্থের অর্ধায়ু বলে। রেডনের অর্ধায়ু 2.83 দিন বলতে বোঝায় নির্দিষ্ট সংখ্যক রেডন পরমাণু ভেঙে ঠিক অর্ধেক হতে সময় লাগে 2.83 দিন। আরও 2.83 দিন পর ভেঙে হয় এক-চতুর্থাংশ।

14. X-রশ্মি ও γ-রশ্মির উৎপত্তিস্থল কী? [DB'17]

উত্তর: দ্রুত গতিসম্পন্ন ইলেকট্রন কোনো ধাতুকে আঘাত করলে তা থেকে উচ্চ ভেদন ক্ষমতাসম্পন্ন যে বিকিরণ পাওয়া যায় তাকেই X- রশ্মি বলে। নিউক্লিয়ার বিক্রিয়ার ফলে কিংবা আলফা বা বিটা অবক্ষয়ে উদ্ভূত নিউক্লিয়াস থেকে γ- রশ্মি নিঃসরণ হয়।

15. পরমাণুতে আবদ্ধ ইলেক্ট্রনের মোট শক্তি সর্বদা ঋণাত্মক হয়-ব্যাখ্যা কর। [Ctg.B'17]

উত্তর: পরমাণু কক্ষপথে ইলেকট্রনের উপর নিউক্লিয়াসের আকর্ষণের দরুন ইলেকট্রনের মোট শক্তি ঋণাত্মক হয়। বাহির হতে সমপরিমাণ ঋণাত্মক শক্তি ইলেকট্রনের উপর সরবরাহ করা হলে তবেই পরমাণু হতে বের হয়ে মুক্ত ইলেকট্রনে রূপান্তরিত হতে পারে। এজন্য পরমাণুতে আবদ্ধ ইলেকট্রনের মোট শক্তি ঋণাত্মক হয়।

16. পরমাণুর নিউক্লিয়াসে ইলেকট্রন নেই অথচ β-ক্ষয়ে ইলেকট্রন নির্গত হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। [SB'17]

উত্তর: পরমাণুর নিউক্লিয়াস প্রোটন ও নিউট্রন দ্বারা গঠিত। পরমাণুর নিউক্লিয়াসে ইলেকট্রন নেই। অথচ β রশ্মি ক্ষয়ে পরমাণুর নিউক্লিয়াস হতে ইলেকট্রন নির্গত হয়। কারণ, নিউক্লিয়াসের একটি নিউট্রন ভেঙ্গে একটি ইলেকট্রন ও একটি প্রোটনে পরিণত হয়। $^1_0n = ^1_1p + ^{\ 0}_{-1}e$ (বিটা কণা) প্রোটনটি নিউক্লিয়াসে থেকে যায়, কিন্তু ইলেকট্রনটি বিটা কণা হিসেবে নির্গত হয়।

17. তেজস্ক্রিয়তার কারণ ব্যাখ্যা কর। [Din.B'17]

উত্তর: তেজস্ক্রিয় মৌল থেকে তেজস্ক্রিয় রশ্মি নির্গমনের ফলে আদি মৌলের নিউক্লিয়াস একটি নতুন মৌলের নিউক্লিয়াসে রূপান্তরিত হয়। তেজস্ক্রিয় রশ্মিসমূহ অর্থাৎ আলফা বা বিটা রশ্মি নিউক্লিয়াস থেকেই নির্গত হয়ে মৌলের রূপান্তর ঘটায়। তাই তেজস্ক্রিয়তা একটি নিউক্রিয়ার ঘটনা। আলফা বা বিটা কণা যে কণাই হোক না কেন আদি মৌলটি সম্পূর্ণ নতুন মৌলে রূপান্তরিত হয়। যতক্ষণ পর্যন্ত না একটি স্থায়ী মৌলে রূপান্তরিত হয় ততক্ষণ এই রূপান্তর চলতে থাকে। তেজস্ক্রিয়তা ঘটনাটি স্বত:স্ফূর্ত এবং সম্পূর্ণভাবে প্রকৃতি নিয়ন্ত্রিত। এটি তাপ, চাপ, বৈদ্যুতিক বা চৌম্বক ঘটনা দ্বারা প্রভাবিত হয় না।

◆ CQ: সম্ভাব্য অনুধাবনমূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. তেজস্ক্রিয়তা একটি নিউক্লিয়ার ঘটনা-ব্যাখ্যা কর।

উত্তর: তেজস্ক্রিয়তা একটি নিউক্লিয় ঘটনা। কারণ এতে পরমাণুর নিউক্লিয়াসের ভাঙ্গন ঘটে এবং তেজস্ক্রিয় রশ্মি বিকিরণের মাধ্যমে নতুন পরমাণু সৃষ্টি হয়। একটি তেজস্ক্রিয় পরমাণু থেকে একটি মাত্র আলফা বা একটি মাত্র বিটা কণা নির্গত হতে পারে।

02. একটা নিউক্লিয়াসের স্থায়িত্ব কোন কোন বিষয়ের উপর নির্ভর করে? ব্যাখ্যা কর।

উত্তর: নিউক্লিয়াস এর স্থায়িত্ব নিম্নোক্ত বিষয়ের উপর নির্ভরশীল:

তেজস্ক্রিয়তা: যে সকল নিউক্লিয়াস তেজস্ক্রিয়, তারা কম স্থায়ী।

ক্ষয়ধ্রুবক: ক্ষয়ধ্রুবক বেশি হলে স্থায়ীত্ব কম হয়।

03. অর্ধায়ু বলতে কী বুঝায়?

উত্তর: কোনো তেজস্ক্রিয় পদার্থের প্রারম্ভিক বা উপস্থিত অক্ষত পরমাণুগুলোর অর্ধেক পরিমাণ ক্ষয় হতে যে সময় লাগে তাকে অর্ধায়ু বা অর্ধ-পর্যায় বলে। অর্ধায়ুর মান তেজস্ক্রিয় পদার্থের একটি নিজস্ব বৈশিষ্ট্য। পদার্থটির ভৌত বা রাসায়নিক পরিবর্তন হলেও অর্ধায়ুর মান অপরিবর্তিত থাকে। তেজস্ক্রিয় ভাঙনের সূত্র হতে আমরা জানি, $N = N_0e^{-\lambda t}$

যদি অর্ধায়ুকে T দ্বারা সূচিত করা হয়, তাহলে যখন, $t = T$, তখন, $N = \frac{N_0}{2}$

04. বোরের স্বীকার্যসমূহ লিখ।

উত্তর: বোরের পরমাণু মডেলের স্বীকার্য-

প্রথম স্বীকার্য: কোনো নির্দিষ্ট কক্ষে আবর্তনকালে ইলেকট্রন-এর কৌণিক ভরবেগ $(h/2\pi)$ এর পূর্ণ সংখ্যার গুণিতক হবে।

দ্বিতীয় স্বীকার্য: পরমাণুর ইলেকট্রনগুলো কতগুলো নির্দিষ্ট অনুমোদিত বৃত্তাকার কক্ষপথে আবর্তন করে। এই সকল কক্ষে থাকাকালীন ইলেকট্রনগুলো কোনো শক্তি শোষণ বা বিকিরণ করে না।

তৃতীয় স্বীকার্য: যখন কোনো ইলেকট্রন একটি নির্দিষ্ট কক্ষ হতে অন্য একটি কক্ষে স্থানান্তরিত হয় তখনই শক্তির বিকিরণ বা শোষণ ঘটে। বিকিরিত বা শোষিত শক্তির পরিমাণ ঐ দুটি কক্ষপথের শক্তির পার্থক্যের সমান।

05. হাইড্রোজেন পরমাণুর ভূমি অবস্থার ইলেকট্রনের শক্তি কম হওয়া সত্ত্বেও একে বন্ধনচ্যুত করতে সর্বাপেক্ষা বেশি শক্তির প্রয়োজন হয় কেন?

উত্তর: হাইড্রোজেন পরমাণুর ভূমি অবস্থায় ইলেকট্রনের শক্তি অনেক কম, -13.eV। কিন্তু একে বন্ধনচ্যুত করতে সর্বাপেক্ষা বেশি শক্তির প্রয়োজন হয়। কারণ বন্ধনচ্যুত করতে বাইরে থেকে শক্তি প্রয়োগ করতে হয় যা সর্বনিম্ন শক্তিস্তরের মানের ধনাত্মক মান এর সমান। তাছাড়া ১ম শক্তিস্তরে ইলেকট্রনটি কাছাকাছি থাকায় (নিউক্লিয়াসের) একে বন্ধনচ্যুত করা কঠিন।

06. তেজস্ক্রিয়তার ৩ টি বৈশিষ্ট্য লিখ।

উত্তর: তেজস্ক্রিয়তার নিম্নলিখিত বৈশিষ্ট্যসমূহ দেখা যায়:

(i) যে সব মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা 83-এর বেশি সেসব পদার্থই তেজস্ক্রিয় ধর্ম দেখায়।

(ii) তেজস্ক্রিয়া স্বাভাবিক ও স্বতঃস্ফূর্ত নিউক্লীয় ঘটনা। এটি অবিরাম প্রক্রিয়া, সবিরাম নয়।

(iii) তাপমাত্রা বা চাপের পরিবর্তন, পারিপার্শ্বিক যে কোনো বিকিরণ, বিদ্যুৎ বা চৌম্বক ক্ষেত্র, বাহ্যিক কোনো বল ইত্যাদি তেজস্ক্রিয়াকে প্রভাবিত করে না।

প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতামূলক সৃজনশীল প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

◆ **CQ: বিগত বছরসমূহের বোর্ড পরীক্ষার প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতামূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর**

01. **2010 সালে 20 g ভরের দুটি তেজস্ক্রিয় পদার্থ ছিলো। যার একটির গড় আয়ু 12.5 বছর। 2020 সালে অন্যটির 8 g অবশিষ্ট থাকে।** **[DB'22, RB'22]**

(গ) প্রথম পদার্থটির অর্ধায়ু নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) 2030 সালে উভয় পদার্থ সমপরিমাণে অবশিষ্ট থাকবে কিনা? যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. প্রথম পদার্থটির

গড় আয়ু 12.5 বছর

অর্থাৎ, $\tau = 12.5$

অর্ধায়ু, $T_{\frac{1}{2}} = ?$

আমরা জানি, $\tau = \frac{T_{\frac{1}{2}}}{\ln(2)} \Rightarrow T_{\frac{1}{2}} = \tau \ln(2) = 12.5 \times \ln(2) = 8.664$ years **(Ans)**

ঘ. 2030 সালে, প্রথম পদার্থ এর ক্ষেত্রে,

আদি ভর, $M_0 = 20$ g

অবশিষ্ট ভর $= M$

গড় আয়ু, $\tau = 12.5$ years

$\therefore$ ক্ষয়ধ্রুবক, $\lambda = \frac{1}{\tau} = \frac{1}{12.5Y} = 0.08Y^{-1}$

সময়, $t = (2030 - 2010) = 20$

আমরা জানি, $\ln\left(\frac{M}{M_0}\right) = -\lambda t \Rightarrow \ln\left(\frac{M_0}{M}\right) = \lambda t \Rightarrow \ln\left(\frac{20}{M}\right) = 0.08 \times 20 \Rightarrow \frac{20}{M} = 4.953$

$\therefore M = \frac{20}{4.953} = 4.038$ g

অন্য বস্তুটির ক্ষেত্রে,

2020 সালে 8g অবশিষ্ট থাকলে,

$\ln\left(\frac{M}{M_0}\right) = -\lambda t' \Rightarrow \ln\left(\frac{M_0}{M}\right) = \lambda t'$

$\Rightarrow \lambda = \frac{\ln\left(\frac{20}{8}\right)}{10} = 0.0913\ Y^{-1}$

আদি ভর, $M_o = 20g$

$t' = 2020 - 2010 = 10$

এখন, 2030 সালে, $t'' = (2030 - 2010) = 20$

এক্ষেত্রে অবশিষ্ট ভর, $M' = ?$

$\ln\left(\frac{M'}{M_0}\right) = -\lambda t \Rightarrow \ln\left(\frac{20}{M'}\right) = 0.0913 \times 20 \Rightarrow \frac{20}{M'} = e^{0.09163 \times 20} \Rightarrow \frac{20}{M'} = 6.25 \therefore M' = 3.2$ g

$\therefore$ দেখা যাচ্ছে, 2030 সালে উভয় পদার্থ সমপরিমাণে অবশিষ্ট থাকবে না।

02. ট্রিটিয়ামের অবক্ষয় ধ্রুবক $5.54 \times 10^{-2}\ Y^{-1}$। [Ctg.B'22, Din.B'17]

(গ) উদ্দীপকে প্রদত্ত ট্রিটিয়ামের 64% ক্ষয় হতে কত সময় লাগবে? ৩

(ঘ) উদ্দীপকে প্রদত্ত তেজস্ক্রিয় মৌলটির অর্ধায়ু অপেক্ষা গড় আয়ু বেশি—সত্যতা যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. ট্রিটিয়ামের অবক্ষয় ধ্রুবক, $\lambda = 5.54 \times 10^{-2} Y^{-1}$

$t = ?$

64% ক্ষয় হলে, $N = N_0 - N_0 \times 64\% = (1 - 64\%)N_0 = 0.36\ N_0$

আমরা জানি, $N = N_0\ e^{-\lambda t} \Rightarrow 0.36\ N_0 = N_0\ e^{-\lambda t} \Rightarrow 0.36 = e^{-\lambda t} \Rightarrow \ln 0.36 = -\lambda t \Rightarrow 1.0216 = \lambda t$

$\therefore \tau = \frac{1.0216}{5.54 \times 10^{-2}} = 18.44$ years **(Ans.)**

ঘ. প্রদত্ত তেজস্ক্রিয় মৌলটির

অবক্ষয় ধ্রুবক, $\lambda = 5.54 \times 10^{-2} Y^{-1}$

আমরা জানি, $\lambda = \frac{\ln 2}{T_{\frac{1}{2}}} \Rightarrow T_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{\ln 2}{5.54 \times 10^{-2}} = 12.51$ years

আবার, গড় আয়ু, $\tau = \frac{T_{\frac{1}{2}}}{\ln 2} = \frac{12.51}{\ln 2} = 18.05$ years

$\therefore$ উদ্দীপকে $\tau > T_{\frac{1}{2}}$ অর্থাৎ, প্রদত্ত তেজস্ক্রিয় মৌলের অর্ধায়ু অপেক্ষা গড় আয়ু বেশি – উক্তিটি যথার্থ

03. ট্রিটিয়াম একটি তেজস্ক্রিয় পদার্থ। এটি প্রতিনিয়ত ক্ষয় হচ্ছে। ট্রিটিয়ামের অর্ধায়ু 12.5 বছর। [SB'22]

(গ) 25 বছর পর একটি নির্দিষ্ট ট্রিটিয়াম বস্তুখণ্ডের কত অংশ অবশিষ্ট থাকবে? নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) ট্রিটিয়ামের 50% ক্ষয় হতে যে সময় লাগে তা তার গড় আয়ু অপেক্ষা বেশি না কম হবে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. অর্ধায়ু, $T_{\frac{1}{2}} = 12.5$ বছর

তাহলে, ক্ষয় ধ্রুবক, $\lambda = \frac{0.693}{T_{\frac{1}{2}}} = 0.05545\ Y^{-1}$

$t = 25\ Y$

তাহলে, $N = N_0\ e^{-\lambda t}$

$\frac{N}{N_0} = e^{-0.05545 \times 25} = \frac{1}{4}$

একটি নির্দিষ্ট ট্রিটিয়াম বস্তুখণ্ডের $\frac{1}{4}$ অংশ অবশিষ্ট থাকবে।

ঘ. ট্রিটিয়ামের 50%ক্ষয় হতে তার অর্ধায়ুর সমান সময় লাগবে অর্থাৎ, 12.5 বছর লাগবে।

অন্যদিকে, গড় আয়ু, $\tau = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{0.05545} = 18.03$ বছর

$\therefore$ গড় আয়ু অপেক্ষা কম সময় লাগবে।

04. [BB'22]

মৌল	ভরসংখ্যা	প্রোটন সংখ্যা	নিউক্লিয়াসের ভর (amu)
Fe	56	26	56
U	235	92	235.0439

স্থির অবস্থায় প্রোটনের ভর = 1.00728 amu, নিউট্রনের ভর 1.00876 amu, 1 amu ভরের সমতুল্য শক্তি 931 MeV

(গ) ইউরেনিয়ামের ভরত্রুটি নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকে বর্ণিত দুটি মৌলের কোনটি থেকে একটি নিউক্লিয়ন বের করা সহজ হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণসহ দেখাও। ৪

উত্তর

গ.

$^{235}_{92}U$ এর নিউক্লিয়াসের ভর $= 235.0439$ amu

নিউট্রনের সংখ্যা $= (235 - 92) = 143$

$\therefore$ ভর, $m = n_P \times m_P + n_n \times m_n$

$= 92 \times 1.00728 + 143 \times 1.00876$

$= 236.92244$ amu

প্রোটন সংখ্যা, $n_P = 92$
ভর, $m_P = 1.00728$ amu
নিউট্রন সংখ্যা, $n_n = 143$
ভর, $m_n = 1.00876$ amu
প্রকৃত ভর, $= 235.0439$ amu

$\therefore$ ইউরেনিয়ামের ভর ত্রুটি, $\Delta m =$ (ভর−প্রকৃত ভর)

$= (236.92244 - 235.0439)$ amu $= 1.87854$ amu

$= 1.87854 \times 1.6605 \times 10^{-27}$ kg [$\because$ 1 amu $= 1.6605 \times 10^{-27}$ kg]

$= 3.12 \times 10^{-27}$ kg **(Ans.)**

ঘ. 'গ' হতে পাই, $^{235}_{92}U$ এর ভরত্রুটি $= 1.87854$ amu

দেওয়া আছে, 1 amu ভরের সমতুল্য শক্তি $= 931$meV

$^{235}_{92}U$ এর বন্ধন শক্তি, $E_1 =$ ভর ত্রুটি $\times 931$ MeV

$= 1.87854 \times 931$ MeV [ভর সংখ্যা, $A_1 = 235$]

$= 1748.92$ MeV

$\therefore$ নিউক্লিয়ন প্রতি বন্ধন শক্তি, $E_1' = \frac{E_1}{A_1} = \frac{1748.92}{235} = 7.44$ MeV Per Nucleon

$^{56}_{26}Fe$ নিউক্লিয়াসের ভর $= 56$ amu

$\therefore$ ভর $= n_P \times m_P + n_n \times m_n$

$= 26 \times 1.00728 + 30 \times 1.00876 = 56.45208$

প্রোটন সংখ্যা, $n_p = 26$
ভর, $m_P = 1.00728$ amu
নিউট্রনের সংখ্যা, $n_n = (56 - 26) = 30$

$\therefore$ ভর, $m_n = 1.00876$ amu

$^{56}_{26}Fe$ এর ভর ত্রুটি $= (56.45208 - 56) = 0.45208$ amu

$^{56}_{26}Fe$ এর বন্ধন শক্তি, $E'_2 =$ ভরত্রুটি $\times 931$ MeV

$= 0.45208 \times 931$ MeV | ভর সংখ্যা $A_2 = 52$

$= 420.88648$ MeV

$\therefore$ নিউক্লিয়ন প্রতি বন্ধন শক্তি, $E_2' = \frac{E_2}{A_2} = \frac{420.88648}{52} = 8.094$ MeV Per Nucleon

উদ্দীপকে বর্ণিত দুটি মৌলের, $^{235}_{92}U$ এবং $^{56}_{26}Fe$ এর E_1' ও E_2' এর মধ্যে $E_2' > E_1'$ অর্থাৎ $^{235}_{92}U$ এর নিউক্লিয়ন বের করা সহজ হবে।

05. একটি পারমাণবিক বিদ্যুৎকেন্দ্রে জ্বালানি হিসেবে বিজ্ঞানীরা **U-235** ব্যবহার করে। এক বছর পর প্রতি মোল অর্থাৎ **6.02×10^{23}** টি পরমাণু ভেঙ্গে **1.02×10^{23}** টি পরমাণু অক্ষত থাকে। [JB'22]

(গ) **U-235** এর অর্ধায়ু নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) পরবর্তী এক বছরে ভেঙ্গে যাওয়া পরমাণুর সংখ্যা পূর্ববর্তী এক বছরে ভেঙ্গে যাওয়া পরমাণু সংখ্যার সমান হবে কিনা— গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও। ৪

উত্তর

গ. $t = 1$ বছর

ক্ষয় ধ্রুবক, $\lambda = ?$

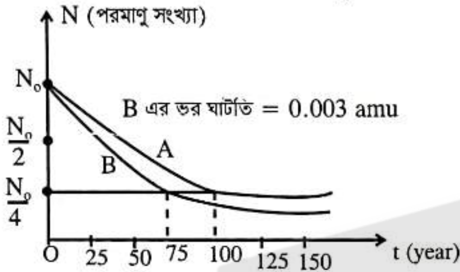
$N_0 = 6.02 \times 10^{23}$

$N = 1.02 \times 10^{23}$

$\ln\left(\frac{N}{N_0}\right) = -\lambda t \Rightarrow \ln\left(\frac{1.02\times10^{23}}{6.02\times10^{23}}\right) = -\lambda \times 1 \Rightarrow \ln\left(\frac{1.02}{6.02}\right) = -\lambda \Rightarrow \lambda = 1.775\ Y^{-1}$

অর্ধায়ু, $T_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{\lambda} = \frac{0.693}{1.775} = 0.39$ Y

ঘ. ১ম 1 বছর এ ভেঙ্গে যাওয়া পরমাণুর সংখ্যা
$= (6.02 \times 10^{23} - 1.02 \times 10^{23})$ টি
$= 5 \times 10^{23}$ টি
১ম বছর শেষে,
এখন, $N_0' = 1.02 \times 10^{23}$ টি
আমরা জানি, $N' = N_0' e^{-\lambda t}$
$N' = 1.02 \times 10^{23} e^{-1.775 \times 1} = 1.73 \times 10^{22}$
ভেঙ্গে যাওয়া পরমাণুর সংখ্যা $= (1.02 \times 10^{23} - 1.73 \times 10^{22})$ টি
$= 8.47 \times 10^{22}$ টি
∴ উভয়ক্ষেত্রে ভেঙ্গে যাওয়া পরমাণুর সংখ্যা সমান হবে না।

06. 

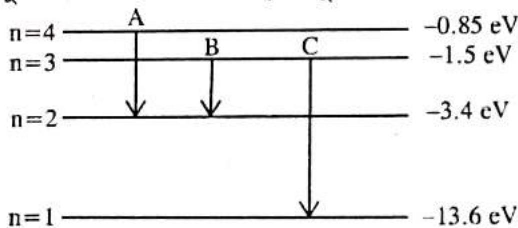
বিজ্ঞানীরা ল্যাবরেটরিতে দুটি তেজস্ক্রিয় পদার্থ রেখে লক্ষ্য করেন যে, পদার্থ দু'টি নিম্নের লেখচিত্র অনুযায়ী তেজস্ক্রিয় করে: [CB'22]

(গ) **B মৌলটির বন্ধন শক্তি eV এ নির্ণয় কর।** ৩
(ঘ) উদ্দীপক অনুসারে **A** ও **B** মৌলের গড় আয়ু কি এক হবে? গানিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. B এর ভর ঘাটতি = 0.003 amu
তাহলে, B এর বন্ধনশক্তি $= (0.003 \times 931)\text{MeV} = 2.793\text{ MeV} = (2.793 \times 10^6)\text{eV} = 2793000\text{ eV}$ **(Ans.)**

ঘ. লেখচিত্র হতে,
A মৌলের ক্ষেত্রে,
$\frac{N_0}{4} = N_0\, e^{-\lambda_1 t_1}$
$\frac{1}{4} = e^{-\lambda_1 \times 100}$
যেখানে, $t_1 = 100$ বছর
$\lambda_1 =$ A মৌলের ক্ষয় ধ্রুবক
$\Rightarrow \ln\left(\frac{1}{4}\right) = -\lambda_1 \times 100 \Rightarrow \lambda_1 = \frac{\ln\left(\frac{1}{4}\right)}{-100} = 0.013863\ \text{Y}^{-1}$
গড় আয়ু, $\tau = \frac{1}{\lambda_1} = \frac{1}{0.013863} = 72.13\text{Y}$
B মৌলের ক্ষেত্রে,
$\frac{N_0}{4} = N_0\, e^{-\lambda_2 t_2} \Rightarrow \frac{1}{4} = e^{-\lambda_2 \times 75}$
$\Rightarrow \lambda_2 = \frac{\ln\left(\frac{1}{4}\right)}{-75} = 0.018484\ \text{Y}^{-1}$
যেখানে, $t_2 = 75$ বছর
$\lambda_2 =$ A মৌলের ক্ষয় ধ্রুবক
∴ গড় আয়ু $\tau_2 = \frac{1}{\lambda_2} = \frac{1}{0.018484} = 54.10\text{Y}$
সুতরাং A ও B মৌলের গড় আয়ু এক হবে না।

07. 

চিত্রে হাইড্রোজেন পরমাণুর শক্তিস্তর দেখানো আছে এবং ইলেকট্রন স্থানান্তরের ক্ষেত্রে A, B এবং C তিনটি ধাপ দেখানো হয়েছে যেন কোনো একটি হতে 6513 Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের ফোটন কণা নির্গত হয়।
$[c = 3 \times 10^8\ \text{ms}^{-1}, h = 6.6 \times 10^{-34}\ \text{Js}]$ [Din.B'22]

(গ) **n = 2 শক্তিস্তরে ইলেকট্রনের বেগ নির্ণয় কর।** ৩
(ঘ) উদ্দীপকের প্রদত্ত তরঙ্গদৈর্ঘ্যের ফোটন কণা নিঃসরণের জন্য **A, B** এবং **C** এর মধ্যে কোনটি দায়ী- গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করে তোমার সিদ্ধান্ত দাও। ৪

উত্তর

গ. $n = 2$ শক্তিস্তরের ব্যাসার্ধ, $r_2 = \frac{n^2h^2\epsilon_0}{\pi me^2} = \frac{2^2\times(6.63\times10^{-34})^2\times8.85\times10^{-12}}{\pi\times9.1\times10^{-31}\times(1.6\times10^{-19})^2} = 2.13\times10^{-10}$ m

তাহলে, $n = 2$ শক্তিস্তরে ইলেকট্রনের বেগ, $v_2 = \frac{e}{\sqrt{4\pi\epsilon_0 mr_2}} = \frac{1.6\times10^{-19}}{\sqrt{4\pi\times8.85\times10^{-12}\times9.1\times10^{-31}\times2.13\times10^{-10}}} = 1.1\times10^6 ms^{-1}$

ঘ. ফোটনের শক্তি, $E_p = \frac{hc}{\lambda}$

$= \frac{6.63\times10^{-34}\times3\times10^8}{6513\times10^{-10}} = 3.05\times10^{-19}$ J

$= \frac{3.05\times10^{-19}}{1.6\times10^{-19}}$ eV $= 1.9$ eV

$h = 6.63\times10^{-34}$ Js
ফোটনের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য,
$\lambda = 6513$ Å $= 6513\times10^{-10}$m

A বিকিরণের ক্ষেত্রে, বিকিরিত শক্তি, $E_A = (-0.85 + 3.4)$eV $= 2.55$eV

B বিকিরণের ক্ষেত্রে বিকিরিত শক্তি, $E_B = (-1.5 + 3.4)$ eV $= 1.9$eV $= E_p$

C বিকিরণের ক্ষেত্রে বিকিরিত শক্তি, $E_C = (-1.5 + 13.6)$eV $= 12.1$ eV

ফোটন তরঙ্গ নিঃসরণের জন্য B বিকিরণ দায়ী।

08. একটি উত্তেজিত পরমাণুর ইলেকট্রন ৪র্থ শক্তিস্তর হতে ২য় শক্তিস্তরে ফিরে আসার সময় তড়িৎ চুম্বকীয় বিকিরণ ঘটে। ইলেকট্রনের ভর ও আধান যথাক্রমে **9.11×10^{-31} kg** ও **-1.6×10^{-19} C**। শূন্যস্থানের ভেদন যোগ্যতা **8.854×10^{-12} C^2 N^{-1}m^{-2}** এবং প্ল্যাঙ্কের ধ্রুবকের মান **6.63×10^{-34} Js**। দৃশ্যমান আলোর তরঙ্গসীমা **4×10^{-7} m** থেকে **8×10^{-7} m**। **[MB'22]**

(গ) দ্বিতীয় শক্তিস্তরে ইলেকট্রনের কক্ষপথের ব্যাসার্ধ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকে উল্লিখিত তড়িৎ চুম্বকীয় বিকিরণ দৃশ্যমান হবে কি-না—গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. দ্বিতীয় শক্তিস্তরে, $n = 2$

আধান, $e = 1.6\times10^{-19}$C

ইলেকট্রনের ভর, $m = 9.11\times10^{-31}$ kg

প্ল্যাঙ্কের ধ্রুবক, $h = 6.63\times10^{-34}$ J$_s$

ভেদন যোগ্যতা, $\epsilon_0 = 8.854\times10^{-12}$C^2 N^{-1} m^{-L}

আমরা জানি, $r_n = \frac{n^2h^2\epsilon_0}{\pi me^2} = \frac{2^2\times(6.63\times10^{-34})^2\times8.854\times10^{-12}}{\pi\times9.11\times10^{-31}\times(1.6\times10^{-19})^2} = 2.125\times10^{-10}$ m $= 2.125$ Å **(Ans.)**

ঘ. ৪র্থ শক্তিস্তরে, $n = 4$

$m = 9.11\times10^{-31}$ kg

$e = 1.6\times10^{-19}$C

$h = 6.63\times10^{-34}$ Js

$\epsilon_0 = 8.854\times10^{-12}$C^{2}N^{-1}m^{-2}

আমরা জানি, $E_4 = -\frac{me^4}{8h^2n^2\epsilon_0^2} = -\frac{9.11\times10^{-31}\times(1.6\times10^{-19})^4}{8\times(6.63\times10^{-34})^2\times4^2\times(8.854\times10^{-12})^2} = -1.354\times10^{-19}$ J

দ্বিতীয় শক্তিস্তরে, $n = 2$

$E_2 = -\frac{me^4}{8h^2n^2\epsilon_0^2} = -\frac{9.11\times10^{-31}\times(1.6\times10^{-19})^4}{8\times(6.63\times10^{-34})^2\times2^2\times(8.854\times10^{-12})^2} = -5.414\times10^{-19}$ J

এখন, $\Delta E = E_4 - E_2 = (5.414 - 1.354)\times10^{-19}$ J
$= 4.06\times10^{-19}$J

এখানে, $h = 6.63\times10^{-34}$ J
$c = 3\times10^8$ J

আমরা জানি, $\Delta E = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{\Delta E} = \frac{6.63\times10^{-34}\times3\times10^8}{4.06\times10^{-19}\text{ J}} = 4.9\times10^{-7}$m $= 490$ nm

যেহেতু দৃশ্যমান আলোর তরঙ্গসীমা 4×10^{-7} m হতে 8×10^{-7} m, তাই বলা যায়, তড়িৎ চুম্বকীয় বিকিরণ দৃশ্যমান হবে।

09. একটি হাইড্রোজেন পরমাণুর ইলেকট্রন -1.5 eV শক্তি অবস্থা হতে -3.4 eV শক্তি অবস্থায় আসে। [$c = 3 \times 10^8$ ms^{-1}, $h = 6.63 \times 10^{-34}$ Js, 1 eV $= 1.6 \times 10^{-19}$J, দৃশ্যমান আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পাল্লা 4×10^{-7} m হতে 8×10^{-7} m] [DB'19]

(গ) ভূমি অবস্থার শক্তি -13.6 eV হলে ইলেকট্রন প্রথমে কোন শক্তি স্তরে ছিল? ৩

(ঘ) নিঃসরিত বিকিরণটি দৃশ্যমান হবে কি? যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. $E_n = \frac{E_1}{n^2}$; $E_n = n$ তম কক্ষ পথে ইলেকট্রনের শক্তি। এক্ষেত্রে, $E_n = -1.5$eV

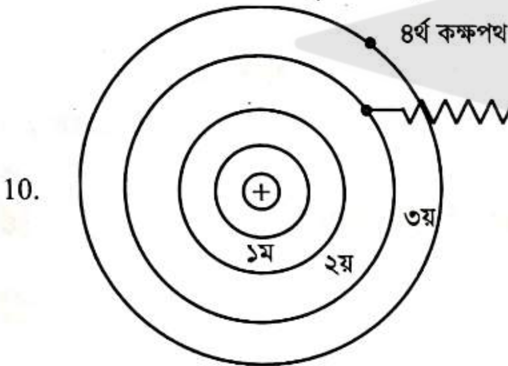
E_1 = ভূমি অবস্থা বা প্রথম কক্ষপথে ইলেকট্রনের শক্তি। $E_1 = -13.6$eV

$\therefore n = \sqrt{\frac{E_1}{E_n}} = \sqrt{\frac{13.6}{1.5}} = 3.01 \approx 3$

ঘ. নিঃসরিত বিকিরণের তরঙ্গদৈর্ঘ্য λ হলে, $\Delta E = E_i - E_f = \frac{hc}{\lambda}$ | $E_i = -1.5$eV ; $E_f = -3.4$eV

$\Rightarrow (-1.5 + 3.4) \times 1.6 \times 10^{-19} = \frac{hc}{\lambda}$ $\therefore \lambda = 6.543 \times 10^{-7}$m, যা দৃশ্যমান আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পাল্লার মধ্যে অন্তর্ভুক্ত।

∴ নিঃসরিত বিকিরণটি দৃশ্যমান হবে।

10. 

ওপরের চিত্রে আলোক তড়িৎ পরীক্ষায় একটি পরমাণুর চতুর্থ কক্ষপথ হতে একটি ইলেকট্রন ৩য় কক্ষপথে ফিরে আসে। ফলে একটি ফোটন নির্গত হয়। উল্লেখ্য যে, প্ল্যাঙ্কের ধ্রুবকের মান, ইলেকট্রনের ভর, ইলেকট্রনের চার্জ এবং শূন্যস্থানের ভেদনযোগ্যতার মান যথাক্রমে 6.63×10^{-34} Js, 9.1×10^{-31} kg, 1.6×10^{-19} C এবং $8.854 \times 10^{-12} C^2N^{-1}m^{-2}$। [RB'19]

(গ) ৩য় কক্ষপথের ব্যাসার্ধ কত হবে? ৩

(ঘ) উদ্দীপকের তথ্য মতে বিকিরিত ফোটনের আলো দেখা যাবে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করে তোমার মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. উদ্দীপকের পরমাণুটি হাইড্রোজেন হলে, এর ৩য় কক্ষপথের ব্যাসার্ধ, $r_3 = \frac{3^2h^2\varepsilon_o}{\pi me^2} = 4.786 \times 10^{-10}$m

ঘ. $\frac{1}{\lambda} = \frac{me^4}{8\epsilon_0^2h^3c} \cdot \left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2}\right) = R_H\left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{4^2}\right)$ [$R_H = 1.09678 \times 10^7$m^{-1}]

$\therefore \lambda = 1.876 \times 10^{-6}$m

কিন্তু দৃশ্যমান আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 4×10^{-7}m হতে 7×10^{-7}m এর মধ্যে।

∴ বিকিরিত ফোটনের আলো দেখা যাবে না।

11. হাইড্রোজেন পরমাণুর অনুমোদিত দ্বিতীয় কোয়ান্টাম কক্ষ হতে প্রথম কোয়ান্টাম কক্ষে ইলেকট্রন যাওয়ার জন্য ফোটন নির্গত হয়। [$e = 1.6 \times 10^{-19}$C, $m = 9.1 \times 10^{-31}$ kg, $h = 6.63 \times 10^{-34}$ Js, $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}C^2N^{-1}m^{-2}$] [Ctg.B'19]

(গ) হাইড্রোজেন পরমাণুর দ্বিতীয় বোর কক্ষের ব্যাসার্ধ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের হাইড্রোজেন পরমাণুর দ্বিতীয় কক্ষপথ থেকে প্রথম কক্ষপথে ইলেকট্রন যাওয়ার ফলে নিঃসৃত বিকিরণ কি চোখে দেখা যাবে? গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. $r_2 = \frac{n^2h^2E_o}{\pi me^2} = 2.126 \times 10^{-10}$m

ঘ. 8 নং (ঘ) এর অনুরূপ

12. ভূমি অবস্থায় হাইড্রোজেন পরমাণুর ইলেকট্রনের শক্তি -13.6 eV। ভূমি অবস্থার ইলেকট্রনকে 8.2×10^{14} Hz কম্পাঙ্কের একটি ফোটন দ্বারা আঘাত করা হলো। এখানে $m_e = 9.1 \times 10^{-31}$ kg, $e = 1.6 \times 10^{-19}$C, $h = 6.63 \times 10^{-34}$Js এবং $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} C^2N^{-1}m^{-2}$। [SB'19]

(গ) দ্বিতীয় কক্ষপথের ব্যাসার্ধ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) ফোটন দ্বারা আঘাতের পর ইলেকট্রনটির কী ঘটেছিল গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. $r_n = \frac{n^2h^2\epsilon_0}{\pi me^2} = 2.126 \times 10^{-10}$m | n = 2

ঘ. ইলেকট্রনটি ফোটন হতে $hf = 5.4366 \times 10^{-19}J = 3.4eV$ শক্তি শোষণ করে। ফলে ইলেকট্রনটির বর্তমান শক্তি $(-13.6 + 3.4)eV = -10.2eV$। কিন্তু দ্বিতীয় কক্ষপথের শক্তি $-\frac{13.6}{2^2}eV = -3.4eV > -10.2eV$।

∴ ইলেকট্রনটি প্রথম কক্ষপথেই থাকবে।

13. তিনটি তেজস্ক্রিয় পদার্থ A, B ও C- এর প্রারম্ভিক ভর 30 gm। পরীক্ষাগারে রেখে দেয়ার 3 বছর পর এদের অবশিষ্ট ভর যথাক্রমে 7.5 gm, 4.8 gm ও 19.2 gm পাওয়া গেল। [BB'19]

(গ) C মৌলটির গড় আয়ু নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) A মৌলের 30% এবং B মৌলের 24% ক্ষয় হতে সমান সময় লাগবে কি না গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ.

প্রারম্ভিক ভর, $N_o = 30$gm
অবশিষ্ট ভর, $N = 19.2$gm

∴ C মৌলের ক্ষেত্রে, $\frac{N}{N_o} = e^{-\lambda t} \Rightarrow \frac{19.2}{30} = e^{-\lambda \times 3}$

$\Rightarrow \lambda = -\frac{1}{3}\ln\left(\frac{19.2}{30}\right) \therefore \lambda = 0.14876Y^{-1}$

∴ গড় আয়ু, $\tau = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{0.14876Y^{-1}} = 6.722Y$

ঘ. $N = N_0e^{-\lambda t} \Rightarrow e^{\lambda t} = \frac{N_0}{N} \Rightarrow \lambda t = \ln\frac{N_0}{N}$ ……………………… (i)

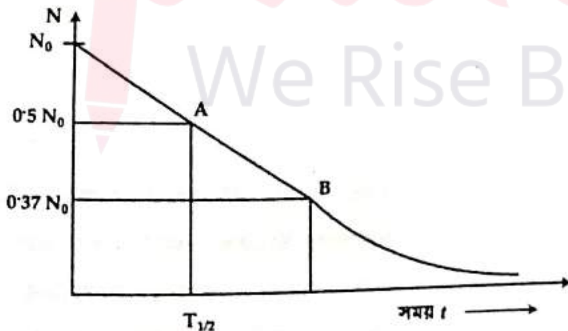
A মৌলের ক্ষেত্রে, $\lambda_A \times 3 = \ln\frac{30}{7.5} \therefore \lambda_A = 0.462\ Y^{-1}$

A মৌলের 30% ক্ষয় হওয়ার জন্য প্রয়োজনীয় সময়, $t_A = \frac{1}{\lambda_A}\ln\frac{N_0}{N_1} = \frac{1}{\lambda_A}\ln\frac{1}{1-0.3} = 0.772$ Y

B মৌলের ক্ষেত্রে, $\lambda_B \times 3 = \ln\frac{30}{4.8} \therefore \lambda_B = 0.611\ Y^{-1}$

B মৌলের 24% ক্ষয় হওয়ার জন্য প্রয়োজনীয় সময়, $t_B = \frac{1}{\lambda_B}\ln\frac{1}{1-0.24} = 0.449$ Y

∴ B মৌলের 24% ক্ষয় হতে অপেক্ষাকৃত কম সময় লাগবে।

14. 

[JB'19]

ওপরের চিত্রে সময়ের সাপেক্ষে অক্ষত তেজস্ক্রিয় পরমাণুর পরিবর্তন দেখানো হলো।

(গ) উদ্দীপকের তেজস্ক্রিয় পদার্থের অবক্ষয় ধ্রুবক $4.02 \times 10^{-4}J^{-1}$ হলে কত সময় পরে উক্ত পরমাণু আদি পরমাণুর এক-পঞ্চমাংশ হবে? ৩

(ঘ) উদ্দীপকের তেজস্ক্রিয় পদার্থটির গড় আয়ুর সমান সময়ের পর তার অক্ষত পরমাণুর সংখ্যা B বিন্দুতে হবে কি না? গাণিতিক বিশ্লেষণে দেখাও। ৪

উত্তর

গ. [প্রশ্নে অবক্ষয় ধ্রুবকের একক J^{-1} দেওয়া আছে, এককটি ভুল মনে হওয়ায় একক Y^{-1} ধরে করা হল]

$N = N_0e^{-\lambda t} \Rightarrow \frac{N_0}{5} = N_0e^{-\lambda t} \Rightarrow \frac{1}{5} = e^{-\lambda t} \Rightarrow \ln\frac{1}{5} = -\lambda t \therefore t = -\frac{1}{\lambda}\ln\frac{1}{5} = 4003.58$ Y

ঘ. গড় আয়ু, $\tau = \frac{1}{\lambda}$। গড় আয়ুর সমান সময়ের পর অক্ষত পরমাণুর সংখ্যা, $N = N_0e^{-\lambda t} = N_0e^{-\lambda\tau} = N_0e^{-\lambda\times\frac{1}{\lambda}}$

$= N_0e^{-1} = 0.37\ N_0$। অক্ষত পরমাণুর সংখ্যা B বিন্দুতেই হবে।

15. $^{235}_{92}$**U** ও $^{141}_{56}$**Ba** নিউক্লিয়াসদ্বয়ের ভর যথাক্রমে **236.0526 amu** ও **140.9139 amu**। প্রোটন ও নিউট্রনের ভর যথাক্রমে **1.007277 amu** ও **1.008665 amu**। **[1 amu = 1.66×10^{-27} kg]** **[CB'19]**

(গ) $^{235}_{92}$**U**-এর ভরত্রুটি নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) নিউক্লিয়ন প্রতি বন্ধনশক্তি বনাম ভরসংখ্যা লেখচিত্রে কোন নিউক্লিয়াসটি ওপরে অবস্থান করবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. $\Delta m = \{92 \times 1.007277 + (235 - 92) \times 1.008665 - 236.0526\}$ amu $= 0.855979$ amu $= 1.42 \times 10^{-27}$kg

ঘ. $^{235}_{92}$U এর নিউক্লিয়ন প্রতি বন্ধনশক্তি $= \frac{\Delta m \times 1.66\times10^{-27}\times c^2}{235}$J $= \frac{0.855979\times1.66\times10^{-27}\times(3\times10^8)^2}{235\times1.6\times10^{-19}}$ eV = 3.4 MeV

$^{141}_{56}$Ba এর জন্য ভরত্রুটি $= \{56 \times 1.007277 + (141 - 56) \times 1.008665 - 140.9139\}$ amu

$= 1.230137$ amu

$\therefore$ $^{141}_{56}$Ba এর নিউক্লিয়ন প্রতি বন্ধনশক্তি $= \frac{1.230137 \times 1.66\times10^{-27}\times (3\times10^8)^2}{141\times1.6\times10^{-19}}$ MeV = 8.146 MeV

$\therefore$ নিউক্লিয়ন প্রতি বন্ধনশক্তি বনাম ভরসংখ্যা লেখচিত্রে $^{141}_{56}$Ba নিউক্লিয়াসটি ওপরে অবস্থান করবে।

16. **2.26** ঘণ্টা অর্ধায়ুবিশিষ্ট তেজস্ক্রিয় আয়োডিন আইসোটোপ চিকিৎসাবিদ্যায় রোগ নির্ণয়ে ব্যবহৃত হয়। কোনো একজন রোগীর রোগ নির্ণয়ের জন্য তার শরীরে **15g** তেজস্ক্রিয় আয়োডিন আইসোটোপ প্রবেশ করানো হলো। ঠিক **24** ঘণ্টা পরে আবার তার শরীরে আয়োডিনের উপস্থিতি নির্ণয় করা হলো। **[Din.B'19]**

(গ) আয়োডিনের ক্ষয় ধ্রুবক নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) **24** ঘণ্টা পরে রোগীর শরীরে শতকরা কত অংশ আয়োডিন থাকবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

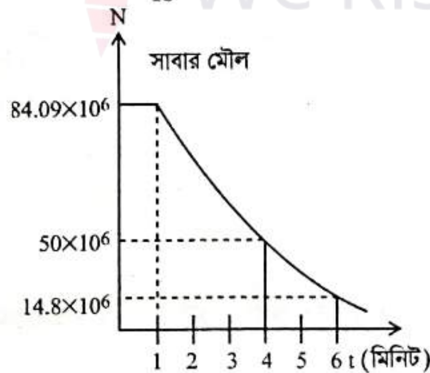
গ. $T_{1/2} = 2.26$ hr $\therefore \lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = 0.3067$ hr^{-1}

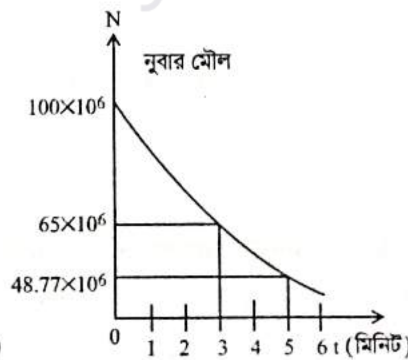
ঘ. $N = N_0e^{-\lambda t}$

$= 15e^{-0.3067\times24}$g $= 9.535 \times 10^{-3}$g

$\therefore$শতকরা $\frac{9.535\times10^{-3}}{15} \times 100\%$ বা, 0.0636% আয়োডিন থাকবে।

17.





সারা ও নুবা দুই খণ্ড তেজস্ক্রিয় মৌল নিয়ে গবেষণা করছিল। তারা একই সময়ে গণনা শুরু করে। তাদের দু'জনের অক্ষত পরমাণু বনাম সময়ের লেখচিত্র নিয়ে দেখানো হল: **[DB'17]**

(গ) গ্রাফ থেকে ডাটা ব্যবহার করে নুবার মৌলের ক্ষয়ধ্রুবক নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের আলোকে কার মৌল আগে ভেঙে যাবে যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. নুবার ক্ষেত্রে,

$N = N_0 e^{-\lambda_N t}$ $\therefore \lambda_N = -\frac{\ln\left(\frac{N}{N_0}\right)}{t} = -\frac{\ln\left(\frac{48.77\times10^6}{100\times10^6}\right)}{5}$

$= \frac{0.718}{5}$ decay/min $= 0.1436$ decay/min

$\therefore$ নুবার মৌলের ক্ষয় ধ্রুবক, $\lambda_N = 0.1436$ decay/min

এখানে, গ্রাফ হতে প্রাপ্ত, $N_0 = 100\times10^6$

$N = 48.77\times10^6$

$t = (5-0)\text{min} = 5\text{min}$

ঘ. 'গ' হতে প্রাপ্ত, নুবার মৌলের ক্ষয় ধ্রুবক, $\lambda_N = 0.1436$ decay/min

তাহলে, নুবার মৌলের গড় আয়ু, $\tau_N = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{0.1436}\text{min} = 6.96$ min

আবার, সারার মৌলের জন্য,

$N = N_0 e^{-\lambda_s t}$

$\lambda_S = -\frac{\ln\left(\frac{N}{N_0}\right)}{t} = -\frac{\ln\left(\frac{14.8\times10^6}{84.09\times10^6}\right)}{5}$

$= \frac{1.737}{5}$ decay/min $= 0.3475$ decay/min

এখানে, $N_o = 84.09\times10^6$

$N = 14.8\times10^6$

$t = (6-1)$ minute $= 5$min

$\lambda = ?$

সুতরাং, সবার মৌলের গড় আয়ু $\tau_S = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{0.3475}\text{min} = 2.88$ min

উদ্দীপক থেকে প্রাপ্ত তথ্য নিয়ে দেখা যায়, $\tau_N > \tau_S$

অর্থাৎ, সারার মৌলের গড় আয়ু কম, নুবার মৌলের গড় আয়ু বেশী। সুতরাং সারার মৌল আগে ভেঙ্গে যাবে।

18. **ট্রিটিয়ামের অবক্ষয় ধ্রুবক $5.54\times10^{-2}Y^{-1}$.** **[RB'17]**

(গ) নমুনা ট্রিটিয়াম খণ্ডটির 70% ক্ষয় হতে কত সময় লাগবে? ৩

(ঘ) উদ্দীপকে প্রদত্ত তেজস্ক্রিয় মৌলটির অর্ধায়ু অপেক্ষা গড় আয়ু বেশি–সত্যতা যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. 2 নং এর (গ) অনুরূপ

ঘ. 2 নং এর (ঘ) অনুরূপ

19. **$_{92}U^{235} + {_0n^1} \rightarrow [_{92}U^{236}] \rightarrow {_{56}Ba^{141}} + {_{36}Kr^{92}}$ + নিউট্রন + শক্তি; এখানে, $_{92}U^{235} = 236.0526$ amu, $_{56}Ba^{141} = 140.9139$ amu, $_{36}Kr^{92} = 91.8973$amu ও $_0n^1 = 1.0087$ amu, $T_{\frac{1}{2}} = 450\times10^8$Y.** **[Ctg.B'17]**

(গ) উদ্দীপকের বিক্রিয়ায় কতটি নিউট্রন নির্গত হবে? ৩

(ঘ) উপরের বিক্রিয়ায় নির্গত শক্তির পরিমাণ কত? ৪

উত্তর

গ. দেওয়া আছে, $_{92}U^{235} + {_0n^1} \rightarrow [_{92}U^{236}]^* \rightarrow {_{56}Ba^{141}} + {_{36}Kr^{92}}$ + নিউট্রন + শক্তি। যেহেতু এ বিক্রিয়ায় মোট প্রোটন সংখ্যার কোনো পরিবর্তন হয়নি, সেহেতু নিউট্রনের সংখ্যা হবে $= (236-141-92) = 3$

অর্থাৎ, $_{92}U^{235} + {_0n^1} \rightarrow [_{92}U^{236}]^* \rightarrow {_{56}Ba^{141}} + {_{36}Kr^{92}} + 3\,{_0n^1}$ + শক্তি (Ans.)

উদ্দীপকের বিক্রিয়ায় 3 টি নিউট্রন নির্গত হবে।

ঘ. 'গ' হতে পাই, ${}_{92}U^{235} + {}_{0}n^{1} \rightarrow [{}_{92}U^{236}]^{*} \rightarrow {}_{56}Ba^{141} + {}_{36}Kr^{92} + 3\ {}_{0}n^{1}$ + শক্তি

বিক্রিয়কের মোট ভর = ${}_{92}U^{235}$ এর ভর + ${}_{0}n^{1}$ এর ভর

$= (236.0526 + 1.0087)$ amu $= 237.0613$ amu

উৎপাদের মোট ভর = ${}_{56}Ba^{141}$ এর ভর + ${}_{36}Kr^{92}$ এর ভর +3 × ${}_{0}n^{1}$ এর ভর

$= (140.9139 + 91.8973 + 3 \times 1.0087)$ amu $= 235.8373$ amu

হারানো ভর, $\Delta m = (237.0613 - 235.8373)$amu $= 1.224$ amu $= 1.224 \times 1.6605 \times 10^{-27}$kg

∴ মোট নির্গত শক্তি, $\Delta E = \Delta m \times c^2 = 1.224 \times 1.6605 \times 10^{-27} \times (3 \times 10^8)^2 J = 1.83 \times 10^{-10} J$

সুতরাং উপরের বিক্রিয়ায় নির্গত মোট শক্তির পরিমাণ 1.83×10^{-10}J

20. নিচে একটি ইউরেনিয়াম ফিশন বিক্রিয়া দেওয়া হল– [SB'17]

${}_{92}\mathbf{U}^{235} + {}_{0}^{1}\mathbf{n} \rightarrow {}_{56}\mathbf{Ba}^{141} + {}_{36}\mathbf{Kr}^{92} + 3{}_{0}^{1}\mathbf{n}$ + শক্তি; এতে উৎপন্ন γ রশ্মি একটি α কণাকে আঘাত করে। বিক্রিয়াতে উৎপন্ন শক্তির এক-দশমাংশ শক্তি γ রশ্মি বহন করে।

U^{235} এর ভর = 235.0439 amu

${}_{0}^{1}n$ এর ভর = 1.0087 amu

Ba^{141} এর ভর = 140.9139 amu

Kr^{92} এর ভর = 91.8973 amu

α কণার এর ভর = 4.0012 amu

প্রোটনের এর ভর = 1.007276 amu

1 amu এর ভর = 1.6605×10^{-27}kg

(গ) প্রতি ফিশনে উৎপন্ন শক্তি নির্ণয় কর।

(ঘ) γ রশ্মি α কণাকে ভাঙ্গতে পারবে কিনা গাণিতিকভাবে যাচাই কর।

উত্তর

গ. এখানে, ${}_{92}U^{235} + {}_{0}^{1}n \rightarrow {}_{56}Ba^{141} + {}_{36}Kr^{92} + 3{}_{0}^{1}n$

ফিশন বিক্রিয়াটির পূর্বে সর্বমোট ভর = $M({}_{92}U^{235}) + M({}_{0}^{1}n) = (235.0439 + 1.0087)$amu $= 236.0526$ amu

ফিশন বিক্রিয়াটির পরে সর্বমোট ভর, $M({}_{56}Ba^{141}) + M({}_{36}Kr^{92}) + 3M({}_{0}^{1}n)$

$= (140.9139 + 91.8973 + 3 \times 1.0087)$amu $= 235.8373$ amu

ভর ত্রুটি, $\Delta m = (236.0526 - 235.8373)$amu $= 0.2153$ amu

∴ প্রতি ফিশনে উৎপন্ন শক্তি, $E = \Delta mc^2 = \{0.2153 \times 1.6605 \times 10^{-27} \times (3 \times 10^8)^2\}J = 3.22 \times 10^{-11}J$

ঘ. এখানে, $A = 4$; $Z = 2$

$N = A - Z = 4 - 2 = 2$; $m = 4.0012$ amu; $m_p = 1.007276$ amu

$m_n = 1.0087$ amu; $c = 3 \times 10^8 ms^{-1}$

এখন, γ রশ্মির শক্তি $= \frac{1}{10} \times 3.22 \times 10^{-11}J = 3.22 \times 10^{-12}J$

আবার, α কণা তথা হিলিয়াম নিউক্লিয়াসের বন্ধন শক্তি

$= (Zm_p + nm_n - M)c^2 = (2 \times 1.007276 + 2 \times 1.0087 - 4.0012) \times 1.6605 \times 10^{-27}kg \times (3 \times 10^8)^2$

$= (0.030752) \times (14.9445 \times 10^{-11})J = 4.6 \times 10^{-12}J$

দেখা যাচ্ছে, α কণার বন্ধনশক্তি γ রশ্মির শক্তি অপেক্ষা বেশি।

সুতরাং, γ রশ্মি α কণাকে ভাঙতে পারবে না।

21. দু'টি তেজস্ক্রিয় পদার্থের অর্ধায়ু যথাক্রমে 3 ঘন্টা ও 7 ঘন্টা। [BB'17]

(গ) প্রথম পদার্থের ক্ষয় ধ্রুবকের মান নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) তেজস্ক্রিয় পদার্থদ্বয়ের কোনো নির্দিষ্ট সময়ে সক্রিয়তার হার সমান হলে উক্ত সময়ে পদার্থদ্বয়ের উপস্থিত পরমাণুর সংখ্যার অনুপাত বের করা সম্ভব কি? বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. এখানে, প্রথম পদার্থটির অর্ধায়ু, $T_{1/2} = 3$ ঘন্টা

আমরা জানি, $T_{1/2} = \frac{0.693}{\lambda}$ বা, $\lambda = \frac{0.693}{T_{1/2}}$ বা, $\lambda = \frac{0.693}{3hr}$

$\therefore \lambda = 0.231hr^{-1}$ $\therefore$ ক্ষয় ধ্রুবকের মান $0.231hr^{-1}$

ঘ. মনে করি, t সময়ে উদ্দীপকের তেজস্ক্রিয় মৌল দুটির সক্রিয়তা বা ভাঙনের হার $\frac{dN}{dt}$

প্রথম পদার্থটির অর্ধায়ু, $T_1 = 3hr$

দ্বিতীয় পদার্থটির অর্ধায়ু, $T_2 = 7hr$

প্রথম পদার্থটির ক্ষেত্রে, $\frac{dN}{dt} = -\lambda_1 N_1$

দ্বিতীয় পদার্থটির ক্ষেত্রে, $\frac{dN}{dt} = -\lambda_2 N_2$

প্রশ্নানুযায়ী, $-\lambda_1 N_1 = -\lambda_2 N_2$ বা, $\frac{N_1}{N_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \Rightarrow \frac{N_1}{N_2} = \frac{\frac{\ln 2}{T_2}}{\frac{\ln 2}{T_1}} \Rightarrow \frac{N_1}{N_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \frac{N_1}{N_2} = \frac{3hr}{7hr} \Rightarrow \frac{N_1}{N_2} = 0.4286$

$\therefore N_1 : N_2 = 0.4286 : 1$

$\therefore$ t সময়ে উপস্থিত পরমাণু সংখ্যার অনুপাত 0.4286 : 1

22. কোনো তেজস্ক্রিয় মৌলের বিভিন্ন সময়ে অক্ষত পরমাণু সংখ্যা নিচের ছকে দেয়া হলো: [CB'17]

সময় t(d)	0	8	t'	24
অক্ষত পরমাণু সংখ্যা, N	N_0	$\frac{N_0}{2}$	$\frac{N_0}{3}$	$\frac{N_0}{8}$

(গ) উদ্দীপকের তেজস্ক্রিয় বস্তুটির অবক্ষয় ধ্রুবক নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের t' এর মান তেজস্ক্রিয় বস্তুটির গড় আয়ু অপেক্ষা বেশি হবে কি-না গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে উত্তরের সপক্ষে যুক্তি দাও। ৪

উত্তর

গ. ছক হতে পাই, তেজস্ক্রিয় মৌলের অর্ধায়ু, $T_{1/2} = 8$ day

আমরা জানি, $T_{1/2} = \frac{0.693}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{0.693}{T_{1/2}} \Rightarrow \lambda = \frac{0.693}{8} \therefore \lambda = 0.0866\ day^{-1}$

ঘ. 'গ' নং হতে পাই, $\lambda = 0.0866\ day^{-1}$

গড় আয়ু, $\tau = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{0.0866} \Rightarrow \tau = 11.54$ day

আবার, সময়, $t = t'$; অক্ষত পরমাণুর সংখ্যা, $N = \frac{N_0}{3}$; ক্ষয় ধ্রুবক, $\lambda = 0.0866\ day^{-1}$

আমরা জানি, $N = N_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow \frac{N_0}{3} = N_0 e^{-\lambda t'} \Rightarrow \ln\left(\frac{1}{3}\right) = -\lambda t'$

$\Rightarrow -1.0986 = -0.0866\, t' \Rightarrow t' = \frac{1.0986}{0.0866} \therefore t = 12.69$ day

$\therefore$ t' এর মান তেজস্ক্রিয় বস্তুটির গড় আয়ু অপেক্ষা বেশি হবে।

◆ **CQ: বোর্ড স্ট্যান্ডার্ড প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতামূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর**

01. একটি নিউক্লিয় পাওয়ার প্লান্টে 5 gm ভরের $^{235}_{92}U$ ব্যবহার করা হল এবং নিম্নরূপ বিক্রিয়া সংগঠিত হল।
$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{141}_{56}Ba + ^{92}_{36}Kr + 3^{1}_{0}n$ বিক্রিয়াটিতে প্রতি সেকেণ্ডে 5.02×10^{6} সংখ্যক পরমাণু ক্ষয় হয়।
($1\ amu = 1.67 \times 10^{-27}kg$, $^{141}_{56}Ba$ নিউক্লিয়াসের ভর $= 140.9139\ amu$, $^{92}_{36}Kr$ নিউক্লিয়াসের ভর $= 91.8973\ amu$, $^{1}_{0}n$ এর ভর $= 1.0087\ amu$, $^{235}_{92}U$ এর ভর $= 235.043\ amu$)

(গ) তেজস্ক্রিয় ক্ষয়ধ্রুবকের মান নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) প্রদত্ত নিউক্লিয়ার ফিশন বিক্রিয়ার দ্বারা শক্তি পাওয়া সম্ভব কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ.

$t = 1\ sec$
$\lambda = ?$
প্রতি সেকেন্ডে ক্ষয়, $\frac{dN}{dt} = 5.02 \times 10^{6}$ টি

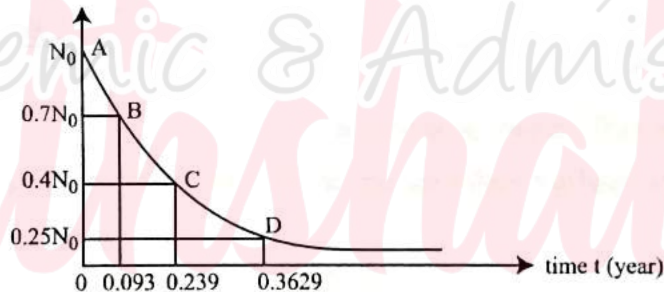
235 gm U এ পরমাণু রয়েছে $= 6.02 \times 10^{23}$ টি
$\therefore$ 5 gm U এ পরমাণু রয়েছে $= 6.02 \times 10^{23} \times \frac{5}{235}$ টি
$= 1.28 \times 10^{22}$ টি
$\therefore N = 1.28 \times 10^{22}$ টি
আমরা জানি, $\frac{dN}{dt} = -\lambda N \quad \therefore -5.02 \times 10^{6} = -\lambda \times 1.28 \times 10^{22}$
$\therefore \lambda = 3.92 \times 10^{-16}\ s^{-1}$

ঘ. এখানে, $^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{141}_{56}Ba + ^{92}_{36}Kr + 3^{1}_{0}n$

$^{141}_{56}Ba$ এর ভর $= 140.9139\ amu$
$^{92}_{36}Kr$ " " $= 91.8973 amu$
$^{1}_{0}n$ " " $= 1.0087 amu$
$^{235}_{92}U$ " " $= 235.043\ amu$

$\therefore$ ভরত্রুটি, $\Delta m = 235.043 + 1.0087 - 140.9139$
$-91.8973 - 3 \times 1.0087\ amu = 0.2144\ amu$
$= 0.2144 \times 1.67 \times 10^{-27}\ kg = 3.58 \times 10^{-28} kg$
$\therefore$ শক্তি, $E = \Delta mc^2 = 3.58 \times 10^{-28} \times (3 \times 10^{8})^2 J = 3.22 \times 10^{-11} J = 201.25\ MeV$
অতএব, উদ্দীপকের ফিশন বিক্রিয়ার দ্বারা শক্তি পাওয়া সম্ভব।

02. অবশিষ্ট পরমাণুর সংখ্যা



(গ) মৌলটির গড় আয়ু নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) মৌলটির অবক্ষয় তেজস্ক্রিয় ক্ষয় সূত্রানুসারে হয় কিনা গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. গ্রাফ থেকে, $0.4N_o = N$ এর জন্য $t = 0.239\ Y$
আমরা জানি, $N = N_o e^{-\lambda t} \therefore \ln\left(\frac{N_o}{N}\right) = \lambda t \Rightarrow \ln\left(\frac{1}{0.4}\right) = \lambda \times 0.239 \therefore \lambda = 3.834\ Y^{-1}$
$\therefore$ গড় আয়ু, $\tau = \frac{1}{\lambda} = 0.261\ Y$

ঘ. উদ্দীপকের ক্ষেত্রে, $N = 0.25\ N_o$ এর জন্য $t = 0.3629Y$
$N = N_o e^{-\lambda t} \therefore \ln\left(\frac{N_o}{N}\right) = \lambda t \ \therefore \lambda = 3.83\ Y^{-1}$
অনুরূপভাবে, $0.7N_o$ এর জন্যও $\lambda = 3.83\ Y^{-1}$
যেহেতু λ এর মান ধ্রুবক, তাই অবক্ষয় তেজস্ক্রিয় সূত্রানুসারে হয়।



অধ্যায় ১০
সেমিকন্ডাক্টর ও ইলেকট্রনিক্স

- এই অধ্যায়ের বিগত বছরসমূহের বোর্ড প্রশ্নের বিশ্লেষণ:

বোর্ড	২০২২					২০২১					২০১৯					২০১৮					২০১৭				
	CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ
	ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ	
ঢাকা	2	1	2	2	3		3	2	2	4					2					2	1	1	1	1	1
রাজশাহী	2		1	1	3	2	2	2	2	6	1	2	1	1	1						1	1	1	1	3
চট্টগ্রাম	1	1	1	1	3		2	2	2	4	1	1	1	1	2						2				2
সিলেট	1	1	1	1	2	2	2	2	2	5			1	1	2								1	1	2
বরিশাল			1	1	2	2	2	2	2	6	1	1	1	1	3	সকল বোর্ড					1	2	1	1	3
যশোর	1	1	1	1	3	2	2	2	2	5	1	1	1	1	3							2	1	1	2
কুমিল্লা			1	1	3	2	2	2	2	4		1			3						1	2	1	1	3
দিনাজপুর	1	1	1	1	3	2	2	2	2	4	1	1	1	1	4						1	1	1	1	1
ময়মনসিংহ	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3															

বি.দ্র.- ২০২০ সালে বোর্ড পরীক্ষা অনুষ্ঠিত হয় নাই এবং ২০১৮ সালে সকল বোর্ডে অভিন্ন প্রশ্ন পদ্ধতিতে পরীক্ষা অনুষ্ঠিত হয়।

গুরুত্বপূর্ণ সংজ্ঞা ও তথ্যাবলি

◈ ব্যান্ডতত্ত্ব:

যোজন ব্যান্ড	:	যোজ্যতা স্তরের ইলেকট্রনের শক্তির পাল্লা।
পরিবহন ব্যান্ড	:	মুক্ত ইলেকট্রনের শক্তির পাল্লা।
নিষিদ্ধ ব্যান্ড	:	যোজন ব্যান্ড ও পরিবহন ব্যান্ডের মধ্যবর্তী শক্তির পাল্লা।
অন্তরক	:	নিষিদ্ধ ব্যান্ড $6 \sim 15 eV$
অর্ধপরিবাহী	:	নিষিদ্ধ ব্যান্ড < 1.1 eV
পরিবাহী	:	যোজন ব্যান্ড ও পরিবহন ব্যান্ড overlap করে।

◈ p-টাইপ অর্ধপরিবাহক:

◈ B, Al, Ga, In ইত্যাদি দ্বারা ডোপায়ন করা হয়।

◈ গরিষ্ঠ আধানবাহক হোল, লঘিষ্ঠ আধানবাহক ইলেকট্রন।

◈ n-টাইপ অর্ধপরিবাহক:

◈ As, Sb ইত্যাদি দ্বারা ডোপায়ন করা হয়।

◈ গরিষ্ঠ আধানবাহক ইলেকট্রন, লঘিষ্ঠ হোল।

p- টাইপ ও n- টাইপ উভয় প্রকার কেলাস: চার্জ নিরপেক্ষ।

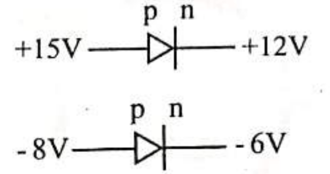
◈ p–n ডায়োড:

◈ Forward bias (সম্মুখী ঝোঁক): + p n −

◈ Reverse bias (বিমুখী ঝোঁক): − p n +

◈ **p–n** ডায়োড:

এখানে একটা কথা বলে রাখা ভালো যে, p – n ডায়োড সম্মুখী বা বিমুখী ঝোঁকে থাকার ক্ষেত্রে (+) অথবা (–) চিহ্ন আসলে গুরুত্বপূর্ণ নয়। গুরুত্বপূর্ণ বিভব পার্থক্যটা, অর্থাৎ চিত্রটা যদি নিচের মত হয় যে,



এক্ষেত্রে উভয়দিকে (+) সাইন থাকা সত্ত্বেও বামদিক (p) এর বিভব ডানদিক (n) অপেক্ষা বেশি (+)। তাই ডায়োডটি সম্মুখী ঝোঁকে আছে। আবার, চিত্রটি যদি এমন হয় যে,

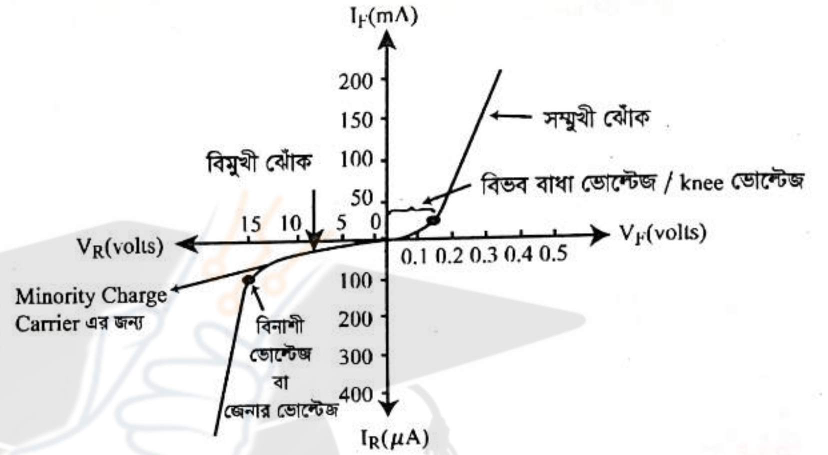
এক্ষেত্রে উভয়দিকে (–) সাইন থাকা সত্ত্বেও বামদিক (p) এর বিভব ডানদিক (n) অপেক্ষা বেশি মাইনাস (–)। সেক্ষেত্রে, ডায়োডটি বিমুখী ঝোঁকে আছে। অর্থাৎ, p এবং n এর সংযোগস্থলগুলোর আপেক্ষিক (+) এবং (–) বোঝাটা গুরুত্বপূর্ণ।

◈ **p–n** জাংশনের বৈশিষ্ট্য লেখ:

ফরোয়ার্ড বায়াসে V বৃদ্ধির সাথে I সরলরৈখিকভাবে বৃদ্ধি না পেয়ে দ্রুত বৃদ্ধি পায় [V ও I এর মধ্যে সম্পর্কটি অনেকটা সূচকীয় (exponential)], এর থেকে বোঝা যায় রোধ R স্থির না, বরং V বৃদ্ধির সাথে কমে।

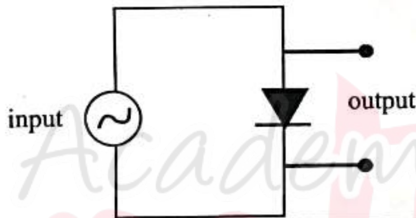
এজন্য এখানে গতীয় রোধ হিসাব করা হয়,

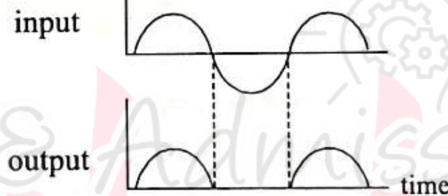
$$R = \frac{\Delta V}{\Delta I}$$



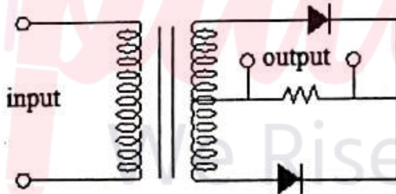
p– n ডায়োড, ওহমের সূত্র মানে না।

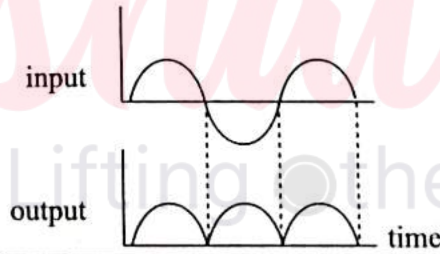
◈ অর্ধতরঙ্গ রেকটিফায়ার:



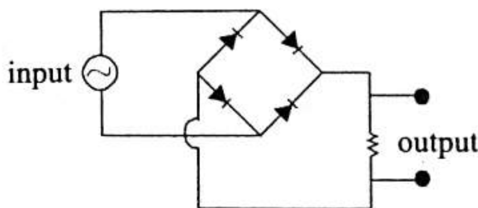


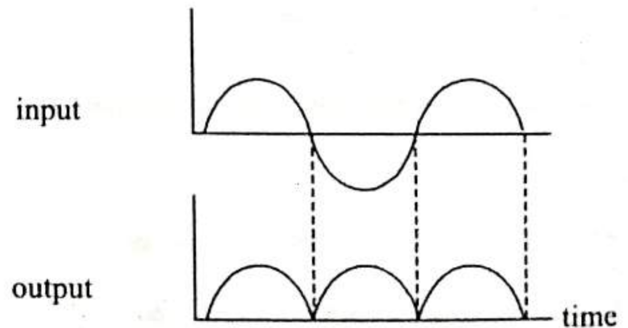
◈ পূর্ণতরঙ্গ রেকটিফায়ার:





◈ ব্রিজ রেকটিফায়ার:





◈ লজিক গেট:

<table>
<tr><th></th><th>গেটের নাম</th><th>প্রতীক</th><th colspan="3">ট্রুথ টেবিল</th></tr>
<tr><td rowspan="3">1</td><td rowspan="3">NOT</td><td rowspan="3">A Y</td><td colspan="2">A</td><td>Y</td></tr>
<tr><td colspan="2">0</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="2">1</td><td>0</td></tr>
<tr><td rowspan="5">2</td><td rowspan="5">OR</td><td rowspan="5">A B Y</td><td>A</td><td>B</td><td>Y</td></tr>
<tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr>
<tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr>
<tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr>
<tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr>
<tr><td rowspan="5">3</td><td rowspan="5">NOR</td><td rowspan="5">A B Y</td><td>A</td><td>B</td><td>Y</td></tr>
<tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr>
<tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr>
<tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr>
<tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr>
<tr><td rowspan="5">4</td><td rowspan="5">XOR</td><td rowspan="5">A B Y</td><td>A</td><td>B</td><td>Y</td></tr>
<tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr>
<tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr>
<tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr>
<tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr>
<tr><td rowspan="5">5</td><td rowspan="5">AND</td><td rowspan="5">A B Y</td><td>A</td><td>B</td><td>Y</td></tr>
<tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr>
<tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr>
<tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr>
<tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr>
<tr><td rowspan="5">6</td><td rowspan="5">NAND</td><td rowspan="5">A B Y</td><td>A</td><td>B</td><td>Y</td></tr>
<tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr>
<tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr>
<tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr>
<tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr>
</table>

বিভিন্ন গেটের সমীকরণ:

(i) AND Gate: $Y = AB$	(iv) NAND Gate: $Y = \overline{AB}$
(ii) OR Gate: $Y = A+B$	(v) NOR Gate: $Y = \overline{A+B}$
(iii) NOT Gate: $Y = \overline{A}$	(vi) XOR Gate: $Y = A\overline{B} + \overline{A}B$

◈ লাভ (Gain) / বিবর্ধক গুণক (Amplification factor) এই সবগুলো term একই ; এর মানে হচ্ছে $= \frac{\text{Output}}{\text{Input}}$ এই gain/amplification factor → প্রবাহ (current), বিভব (Voltage) এবং ক্ষমতা (Power) এগুলোর হয়ে থাকে।

◈ সাধারণত Ideal Diode এ Diode Voltage (V_D) এবং Diode Resistance (R_D) 0 ধরা হয়।

◈ জেনে রেখো: তীর চিহ্ন বহির্মুখী হলে তা n-p-n ডায়োড এবং অন্তর্মুখী হলে তা p-n-p ডায়োড।

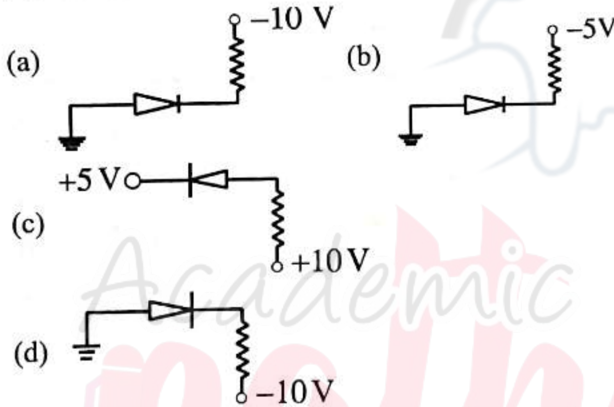
প্রয়োজনীয় সূত্রাবলি

সূত্রাবলি	ব্যবহৃত প্রতীকসমূহ
(i) $I_E = I_B + I_C$ (ii) $\Delta I_E = \Delta I_B + \Delta I_C$ (iii) $\alpha = \left(\frac{\Delta I_C}{\Delta I_E}\right)_{V_{CB}} \approx \frac{I_C}{I_E}$ [কমন বেস সংযোগ, কালেক্টর-বেস বিভব পার্থক্য V_{CB} ধ্রুব] (iv) $\beta = \left(\frac{\Delta I_C}{\Delta I_B}\right)_{V_{CE}} \approx \frac{I_C}{I_B}$ [কমন অ্যামিটার সংযোগ, কালেক্টর-অ্যামিটার বিভব পার্থক্য V_{CE} ধ্রুব] (v) $R = \frac{\Delta V}{\Delta I}$ (vi) $\beta = \frac{\alpha}{1-\alpha}$ (vii) $\alpha = \frac{\beta}{1+\beta}$	এখানে, I_E = নিঃসারক প্রবাহ I_B = পীঠ প্রবাহ I_C = সংগ্রাহক প্রবাহ α = প্রবাহ বিবর্ধন গুণক β = কারেন্ট গেইন/ প্রবাহ লাভ R = গতীয় রোধ এখানে Δ দ্বারা পরিবর্তন বোঝানো হয়েছে।

বহুনির্বাচনি প্রশ্ন ও সমাধান

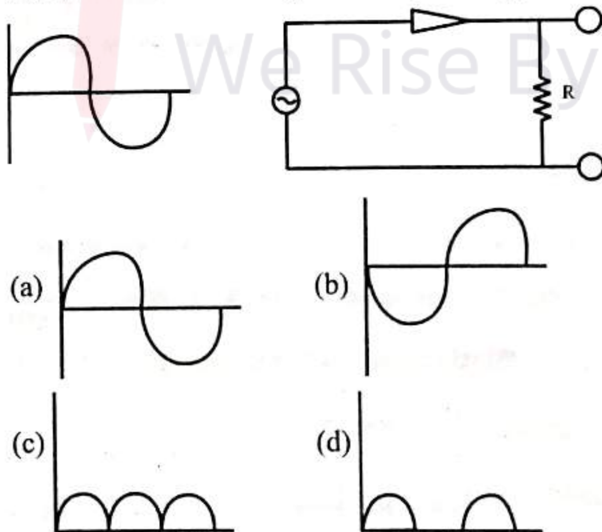
◆ **MCQ:** বিগত বছরসমূহের বোর্ড প্রশ্ন ও সমাধান

01. নিচের কোন ডায়োডটি রিভার্স বায়াসে? **[DB'22]**

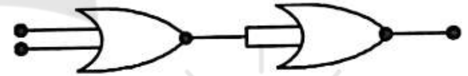


সমাধান: **(No Ans);** কোনো ডায়োডই রিভার্স বায়াসে নেই।

02. নিম্নলিখিত বর্তনীটির আউটপুট কোনটি? **[DB'22][Ans: d]**



03. নিচের বর্তনীটি দ্বারা কোন গেটের লজিক নীতি সম্পাদিত হয়? **[DB'22]**



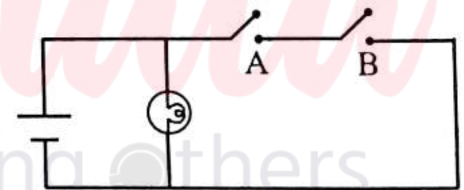
(a) OR (b) NOR (c) NOT (d) NAND

সমাধান: **(a);** $\overline{\overline{A+B}+\overline{A+B}} = \overline{\overline{A+B}} = A+B$

04. সিলিকনের জন্য যোজন ব্যান্ড ও পরিবহন ব্যান্ডের মধ্যে শক্তি ব্যবধান থাকে কোনটি? **[RB'22][Ans: c]**

(a) 0.3 eV (b) 0.7 eV (c) 1.1 eV (d) 6 eV

05. নিচের চিত্রটি কোন Gate কে নির্দেশ করে? **[RB'22][Ans: b]**



(a) NOR (b) NAND (c) OR (d) AND

06. একটি ট্রানজিস্টরের ক্ষেত্রে $\alpha = 0.9$ হলে β কত হবে? **[RB'22]**

(a) 0.11 (b) 0.47 (c) 2.11 (d) 9

সমাধান: **(d);** $\beta = \frac{\alpha}{1-\alpha} = \frac{0.9}{1-0.9} = 9$

07. p − n জাংশন বিমুখী ঝোঁকে থাকাকালীন ভোল্টেজ ক্রমশ বাড়াতে থাকলে একটি বিশেষ ভোল্টেজে প্রবাহ মাত্রা হঠাৎ খুব বেড়ে যায়। এই ভোল্টেজকে বলা হয়- **[Ctg.B'22][Ans: c]**

(a) হল ভোল্টেজ (b) লস্ট ভোল্টেজ
(c) জেনার ভোল্টেজ (d) কোনোটিই নয়

08. $(19E)_{16}$ হেক্সাডেসিমেল নম্বরটি ডেসিমেলে কত সংখ্যা নির্দেশ করে? [Ctg.B,JB.'22][Ans: c]

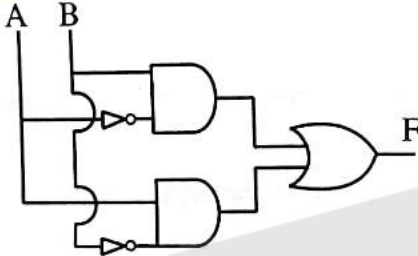
(a) 214 (b) 314 (c) 414 (d) 514

সমাধান: (c); $(19E)_{16} = (1 \times 16^2 + 9 \times 16^1 + 14 \times 16^0)_{10} = (414)_{10}$

09. পূর্ণ তরঙ্গ রেকটিফায়ারে সর্বোচ্চ কতটি ডায়োড প্রয়োজন? [Ctg.B,JB.'22][Ans: d]

(a) 1 (b) 2 (c) 3 (d) 4

নিচের তথ্য অনুসারে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



10. লজিক বর্তনী নির্দেশ করে কোনটি? [SB'22][Ans: c]

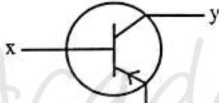
(a) NAND (b) NOR (c) XOR (d) XNOR

11. আউটপুট F = 1 পাওয়া যাবে যদি ইনপুট নিচের কোনটি হলে? [SB'22][Ans: b, c]

(a) $A = 0, B = 0$ (b) $A = 0, B = 1$

(c) $A = 1, B = 0$ (d) $A = 1, B = 1$

12. [BB.'22, CB.'17]

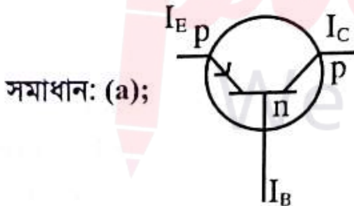


চিত্রে z চিহ্নিত প্রান্তটি কী?

(a) p টাইপ নিঃসারক (b) p টাইপ সংগ্রাহক

(c) n টাইপ নিঃসারক (d) n টাইপ সংগ্রাহক

সমাধান: (a);



13. Ge এর ক্ষেত্রে যোজন ব্যান্ড ও পরিবহন ব্যান্ডের মধ্যে শক্তির ব্যবধান কত? [BB'22][Ans: a]

(a) 0.7 eV (b) 1.1 eV (c) 6 eV (d) 7 eV

14. ট্রানজিস্টরের ক্ষেত্রে α ও β এর মধ্যে সম্পর্ক নিম্নরূপ- [JB'22][Ans: c]

(a) $\beta = \frac{\alpha}{1+\alpha}$ (b) $\beta = \frac{1+\alpha}{1-\alpha}$

(c) $\alpha = \frac{\beta}{1+\beta}$ (d) $\alpha = \frac{1+\beta}{\beta}$

15. ট্রানজিস্টর হলো- [JB'22][Ans: a]

(a) ইলেকট্রন-প্রভাবিত ডিভাইস

(b) চাপ-প্রভাবিত ডিভাইস

(c) গর্ত-প্রভাবিত ডিভাইস

(d) তাপমাত্রা-প্রভাবিত ডিভাইস

16. Forward bias-এ PN জাংশনের ডিপ্লেশন স্তর- [CB'22][Ans: b]

(a) প্রসারিত হয় (b) সংকুচিত হয়

(c) অপরিবর্তিত থাকে (d) চার্জিত হয়

17. n-টাইপ অর্ধপরিবাহী পাওয়ার জন্য নিচের কোন পদার্থটি অপদ্রব্য হিসেবে ব্যবহার করা হয়? [CB'22][Ans: b]

(a) এলুমিনিয়াম (b) এন্টিমনি

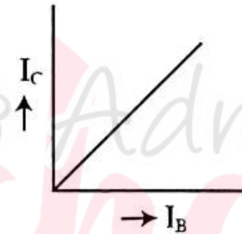
(c) বোরন (d) ইন্ডিয়াম

18. বিপরীত ঝোঁকে যখন PN জাংশনে তড়িৎ প্রবাহ হঠাৎ করে অস্বাভাবিক হারে বৃদ্ধি পায়, তখন এই ঘটনাকে বলা হয়- [CB'22][Ans: c]

(a) অ্যাম্প্লিফিকেশন (b) ফিল্টারিং

(c) জেনার ক্রিয়া (d) রেক্টিফিকেশন

19. কমন ইমিটার বর্তনীতে V_{CE} স্থির থাকলে I_B বনাম I_C লেখচিত্র নিম্নরূপ: [Din.B'22][Ans: a]

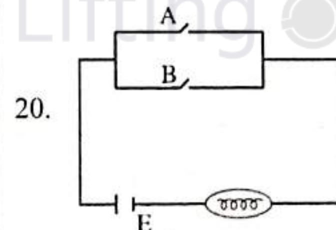


লেখচিত্রটির ঢাল প্রকাশ করে-

(a) প্রবাহ লাভ (b) প্রবাহ বিবর্ধক গুণক

(c) বিভব লাভ (d) ক্ষমতা লাভ

20.



উপরের বর্তনী দ্বারা নিচের কোন লজিক গেইট বাস্তবায়ন করা যায়? [Din.B'22][Ans: a]

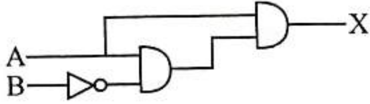
(a) OR (b) NOT (c) AND (d) NAND

21. জার্মেনিয়াম কেলাসের শক্তিফাঁক কত? [Din.B'22][Ans: b]

(a) 0.3 V (b) 0.7 V (c) 1.0 V (d) 1.1 V

22. বুলিয়ান বীজগণিত অনুযায়ী $\overline{A+B}$ এর মান কত? [MB'22][Ans: a]
(a) $\overline{A}\cdot\overline{B}$ (b) $\overline{A}+\overline{B}$ (c) $A+B$ (d) $A\cdot B$

23. উদ্দীপকের লজিক বর্তনীর আউটপুট কোনটি? [DB'21][Ans:d]



(a) $A+\overline{B}$ (b) $\overline{A}+B$ (c) $\overline{A}B$ (d) $A\overline{B}$

24. একটি ট্রানজিস্টরের $\alpha = 0.85$ হলে β এর মান কত?
(a) 5.67 (b) 2.17 [DB'21][Ans: a]
(c) 0.46 (d) 0.18
সমাধান: (a); $\beta = \frac{\alpha}{1-\alpha} = \frac{0.85}{1-0.85} = 5.67$

25. নিচের কোনগুলি অর্ধপরিবাহক? [DB'21][Ans: d]
(a) Si, As, C (b) Ge, C, Al
(c) Ge, Si, Al (d) Ge, Si, C

26. কোন গেইট 'ইনভার্টার' এর ন্যায় আচরণ করে? [DB'21]
(a) OR গেইট (b) NOT গেইট [Ans: b]
(c) AND গেইট (d) NOR গেইট

27. OR-gate বুলিয়ান বীজগণিতের কোন ফাংশন নির্দেশ করে? [RB'21][Ans: c]
(a) ভাগ (b) গুণ (c) যোগ (d) বিয়োগ

28. একটি সুপরিবাহীতে যোজন ব্যান্ড ও পরিবহন ব্যান্ডের মধ্যবর্তী শক্তি পার্থক্য হবে? [RB'21][Ans: a]
(a) 0 eV (b) 0.3 eV (c) 0.7 eV (d) 1.1 eV

29. ডেসিমেল সংখ্যা পদ্ধতির ভিত্তি– [RB'21][Ans: c]
(a) 2 (b) 8 (c) 10 (d) 16

30. 25 এর বাইনারি কোড হলো– [RB'21][Ans: b]
(a) 10011 (b) 11001 (c) 10101 (d) 10001

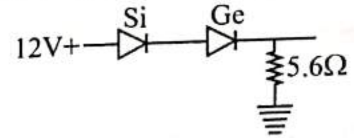
31. জার্মেনিয়ামের সাথে নিচের কোন মৌলটি যুক্ত করলে N-type অর্ধপরিবাহী তৈরি হবে? [RB'21][Ans: c]
(a) অ্যালুমিনিয়াম (b) গ্যালিয়াম
(c) আর্সেনিক (d) ইন্ডিয়াম

32. পরমশূন্য তাপমাত্রায় অর্ধপরিবাহীর আচরণ নিচের কোনটির অনুরূপ হবে? [RB'21][Ans: d]
(a) সুপরিবাহী (b) অর্ধপরিবাহী
(c) অতিপরিবাহী (d) অপরিবাহী

33. p-n জাংশনে সংযোগস্থলে ডিপ্লেশন স্তর সৃষ্টির কারণ হলো– [Ctg.B'21][Ans: b]
(a) অপদ্রব্য আয়ন (b) আধান বাহকের ব্যাপন
(c) ইলেকট্রনের তাড়ন (d) হোলের তাড়ন

34. $A = (101101)_2, B = (101)_2, C = (110111)_2$ হলে– [Ctg.B'21]
(i) $A + C = (1100100)_2$ (ii) $A/B = (1001)_2$
(iii) $C - A = (101010)_2$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii
সমাধান: (a); $C - A = (1010)_2$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



Ge ও Si ডায়োড দুটির নী-ভোল্টেজ যথাক্রমে 0.7V ও 0.3V।

35. উদ্দীপকে ব্যবহৃত রোধের মধ্য দিয়ে কত তড়িৎ প্রবাহিত হবে? [Ctg.B'21]
(a) 1.96A (b) 2.03A (c) 2.09A (d) 2.32A
সমাধান: (a); $I = \frac{\Delta V}{R} = \frac{12-0.7-0.3}{5.6} = 1.96A$

36. Ge ডায়োডকে উল্টো করে সংযোগ দিলে দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য– [Ctg.B.'MB.'21][Ans: d]
(i) বিমুখী ঝোঁক প্রাপ্ত হবে
(ii) রোধের মধ্য দিয়ে কোনো তড়িৎ প্রবাহিত হবে না
(iii) রোধের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য শূন্য হবে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

37. Si এর জন্য বিভব বাধা ভোল্টেজের মান- [SB'21][Ans: d]
(a) 0.1 V (b) 0.3 V (c) 0.4 V (d) 0.7 V

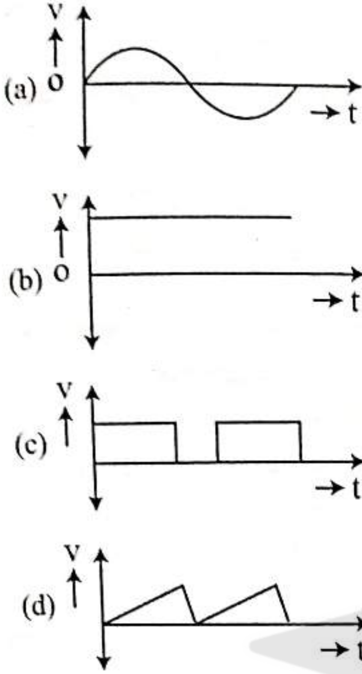
38. A, B —[NAND]— Y [SB'21][Ans: c]
উদ্দীপকের ক্ষেত্রে নিচের কোনটি সঠিক?
(a) $Y = A + B$ (b) $Y = AB$
(c) $Y = \overline{AB}$ (d) $Y = \overline{A+B}$

39. সার্বজনীন গেইট হলো- [SB'21][Ans: b]
(a) AND (b) NAND (c) OR (d) NOT

40. বিশুদ্ধ অর্ধ-পরিবাহীতে কোন অপদ্রব্য মেশালে n টাইপ অর্ধ-পরিবাহী তৈরি হয়? [SB'21][Ans: a]
(a) As (b) Ga (c) B (d) $A\ell$

41. কোনো সাধারণ নিঃসারক n-p-n ট্রানজিস্টর বর্তনীতে $I_B = 6 \times 10^{-5}$ A এবং $I_E = 4.38 \times 10^{-3}$ A। বর্তনীর প্রবাহ লাভ (β) এর মান- [SB'21]
(a) 71 (b) 72 (c) 73 (d) 74
সমাধান: (b); $\beta = \frac{I_E - I_B}{I_B} = 72$

42. নিচের কোনটি digital signal নির্দেশ করে? [Din.B'19][Ans: c]



43. ট্রানজিস্টর ব্যবহার করা যায়- [BB'21,17,Din.B'21,19'] [Ans: a]
(i) সুইচ হিসেবে (ii) বিবর্ধক হিসেবে
(iii) একমুখীকারক হিসেবে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

44. যোজন ব্যান্ড এবং পরিবহন ব্যান্ডের মধ্যে কোনো ফাঁকা থাকে না নিচের কোনটিতে? [JB'21]
(a) সিলিকন (b) জার্মেনিয়াম
(c) সিরামিক (d) তামা
সমাধান: (d); Si, Ge→ অর্ধপরিবাহী; সিরামিক অপরিবাহী এবং তামা পরিবাহী।

45. একটি N টাইপ অর্ধ-পরিবাহীর বৈশিষ্ট্য হলো- [JB'21][Ans: d]
(a) এটি ঋণাত্মক চার্জগ্রস্ত
(b) এতে প্রোটনের আধিক্য থাকে
(c) হোলের পরিমাণ বেশি থাকে
(d) এটি আধান নিরপেক্ষ

46. $(36)_8 = (?)_{10}$ [JB'21]
(a) 27 (b) 36 (c) 63 (d) 72
[Note: সঠিক উত্তর নেই, সঠিক উত্তর 30]

47. সুইচ হিসেবে ব্যবহার করা যায় নিচের কোনটি? [JB'21][Ans: d]
(a) রোধক (b) আবেশক (c) ডায়োড (d) ট্রানজিস্টর

48. একটি ট্রানজিস্টরের নিঃসারক প্রবাহের মান 25 mA এবং ভূমি প্রবাহের মান 7 mA হলে সংগ্রাহক প্রবাহের মান কত? [JB'21]
(a) 32 mA (b) 18 mA (c) 3.2 mA (d) 3 mA
সমাধান: (b); $I_E = I_C + I_B \Rightarrow I_C = I_E - I_B$
$= 25 - 7 = 18$mA

49. একটি পদার্থের যোজন ব্যান্ড প্রায় শূন্য এবং পরিবহন ব্যান্ড প্রায় খালি। ব্যান্ড দুটোর শক্তির ব্যবধান খুবই বেশি। পদার্থটি হলো- [CB'21][Ans: c]
(a) পরিবাহী (b) অর্ধপরিবাহী
(c) অন্তরক (d) অতিপরিবাহী

50. একটি ট্রানজিস্টরের সংগ্রাহক প্রবাহ 5 mA এবং ভূমি প্রবাহ 100 μA হলে নিঃসারক প্রবাহ কত? [CB'21]
(a) 5.2 mA (b) 5.1 mA (c) 5.0 mA (d) 4.9 mA
সমাধান: (b); $I_C = 5$ mA ; $I_B = 100 \times 10^{-3}$ mA ;
$I_E = I_C + I_B = 5.1$ mA

51. A —[NOR gate]— Y [CB'21][Ans: a]
উপরে প্রদর্শিত লজিক বর্তনীর আউটপুট -
(a) $\overline{A}$ (b) A (c) A^2 (d) A^{-2}

52. ট্রানজিস্টরের ক্ষেত্রে- [Din.B'21,19][Ans: d]
(i) $I_C = I_E - I_B$ (ii) $\beta = \frac{\alpha}{1-\alpha}$ (iii) $\alpha = \frac{\beta}{1+\beta}$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

উদ্দীপক:

53. লজিক বর্তনী কোন গেট নির্দেশ করে? [Din.B'21][Ans: c]
(a) NAND (b) NOR (c) XOR (d) XNOR

54. F = কত? [Din.B'21][Ans: b]
(a) $\overline{A}\,\overline{B} + AB$ (b) $\overline{A}B + A\overline{B}$
(c) $A\overline{B} + \overline{AB}$ (d) $\overline{A \oplus B}$

55. বিমুখী ঝোঁক প্রদানে p-n জাংশনের বিভব প্রাচীর- [Din.B'21][Ans: b]
(a) হ্রাস পায় (b) বৃদ্ধি পায় (c) অপরিবর্তিত (d) বিলুপ্ত হয়

56. ডায়োডের p-n জংশনে বহিঃস্থ ভোল্টেজ প্রয়োগ করা না হলে উহার নিঃশেষিত অঞ্চলে থাকে– [MB'21][Ans: c]
(a) শুধু ইলেকট্রন (b) শুধু হোল
(c) ইলেকট্রন ও হোল উভয়ই (d) শুধু আয়ন

57. একটি সাধারণ নিঃসারক ট্রানজিস্টর এ প্রবাহ লাভ = 60, ভাররোধ ও অন্তর্গামী রোধ যথাক্রমে 500Ω, 500Ω। ভোল্টেজ বিবর্ধন কত? [MB'21]
(a) 20 (b) 40 (c) 60 (d) 80
সমাধান: (c); ভোল্টেজ বিবর্ধন $= \beta \times \frac{R_l}{R_L}$

58. চিত্রের প্রদত্ত ডিভাইসটি – [DB'19][Ans: c]
(i) p - n - p ট্রানজিস্টর (ii) দুর্বল সংকেত বিবর্ধিত করে
(iii) সুইচ হিসেবে ব্যবহৃত হয়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

59. পূর্ণতরঙ্গ একমুখীকরণ ব্রীজ বর্তনীতে একটি ডায়োড অপসারণ করা হলে আউটপুট সংকেত কীরূপ হবে?
(a) অপরিবর্তিত থাকবে [DB'19][Ans: d]
(b) শুধুমাত্র ধনাত্মক অর্ধতরঙ্গ পাওয়া যাবে
(c) শুধুমাত্র ঋণাত্মক অর্ধতরঙ্গ পাওয়া যাবে
(d) ধনাত্মক অথবা ঋণাত্মক অর্ধতরঙ্গ পাওয়া যাবে

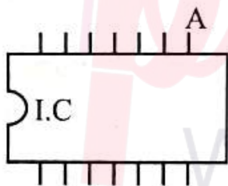
60. একটি ট্রানজিস্টরের কমন এমিটার বিন্যাসের ক্ষেত্রে প্রবাহ লাভ β এর জন্য কোনটি সঠিক? [RB'19][Ans: d]
(a) $\beta = 0.98$ (b) $\beta = 1$
(c) $\beta = 0$ (d) $\beta > 1$

61. Y=? [Ctg.B'19][Ans: b]
ওপরের চিত্রের গেইটটির আউটপুট কত?
(a) $Y = A + B$ (b) $Y = A \oplus B$
(c) $Y = \overline{A + B}$ (d) $Y = \overline{A \oplus B}$

62. p- টাইপ অর্ধপরিবাহী তৈরিতে নিচের কোন মৌলটি ডোপিং করা হয়? [Ctg.B'19][Ans: d]
(a) ফসফরাস (b) আর্সেনিক (c) অ্যান্টিমনি (d) ইনডিয়াম

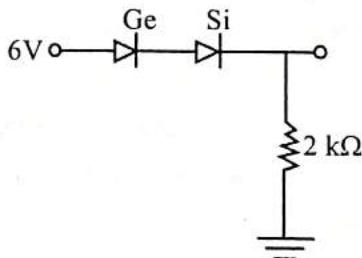
63. $(99)_{16}$- এর পরের সংখ্যাটি কত? [SB'19][Ans: a]
(a) $(9A)_{16}$ (b) $(A9)_{16}$
(c) $(AA)_{16}$ (d) $(FF)_{16}$

64. চিত্রে A চিহ্নিত পিনটির নম্বর কত?



[SB.'CB.'19][Ans: c]
(a) 1 (b) 7 (c) 8 (d) 14

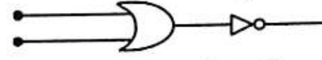
নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



65. Si- এর নী-ভোল্টেজ কত? [BB'19][Ans: c]
(a) 0.3V (b) 0.6V (c) 0.7V (d) 1.1V

66. 2 kΩ রোধের মধ্য দিয়ে প্রবাহ হবে– [BB'19]
(a) 2.5 mA (b) 2.65 mA (c) 2.85 mA (d) 3 mA
সমাধান: (a); $I = \frac{6-0.7-0.3}{2}$ mA $= 2.5$ mA

67. নিচের চিত্রের আউটপুট কত? [BB'19][Ans: c, d]



(a) $\overline{P} + \overline{Q}$ (b) $\overline{\overline{P} + \overline{Q}}$ (c) $\overline{P + Q}$ (d) $\overline{P} \cdot \overline{Q}$

68. হেক্সাডেসিমেল সংখ্যা পদ্ধতির ভিত্তি কোনটি? [JB'19]
(a) 16 (b) 10 (c) 8 (d) 2 [Ans: a]

69. অর্ধপরিবাহীর বৈশিষ্ট্য নয় কোনটি? [JB'19][Ans: d]
(a) তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে রোধ হ্রাস পায়
(b) গঠন কেলাস আকৃতির
(c) আপেক্ষিক রোধ $10^{-4}\Omega$ - m – 0.5 Ω - m
(d) পরিবহন ব্যান্ডে প্রচুর মুক্ত ইলেকট্রন থাকে

70. একটি ট্রানজিস্টর সাধারণ বেস সংযোগে রয়েছে। এর এমিটার প্রবাহ 0.87 mA এবং বেস প্রবাহ 0.03 mA। এর কারেন্ট গেইন কত? [JB'19]
(a) 0.84 (b) 0.97 (c) 28 (d) 29
সমাধান: (c); $\beta = \frac{I_C}{I_B} = \frac{I_E - I_B}{I_B} = 28$

71. নিচের কোনটি অর্ধপরিবাহী পদার্থ? [CB'19][Ans: d]
(a) অ্যালুমিনিয়াম (b) তামা
(c) কাচ (d) জার্মেনিয়াম

72. 20 mA নিঃসারক প্রবাহের ফলে একটি ট্রানজিস্টরে 18 mA সংগ্রাহক প্রবাহ পাওয়া যায়। ট্রানজিস্টরের ভূমি (পীঠ) প্রবাহের মান কত? [CB'19]
(a) 0.9 mA (b) 2 mA (c) 9 mA (d) 38 mA
সমাধান: (b); $I_C = I_E - I_B \Rightarrow I_B = 2$mA

73. নিচের লজিক বর্তনীটি কোন গেটের সমতুল্য? [Din.B'19]



(a) NAND (b) OR (c) AND (d) NOR
সমাধান: (d); A, B, A+B
$\overline{(A+B)(A+B)} = \overline{A+B}$ ∴ NOR Gate

74. ডেসিমেল সংখ্যা পদ্ধতিতে ডিজিট কয়টি? [All B'18][Ans: c]
(a) 2 (b) 8 (c) 10 (d) 16

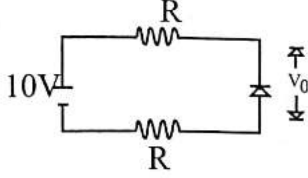
75. [All B'18]

ইনপুট		আউটপুট
X	Y	P
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

সত্যক সারণিটি কোন গেইটের?
(a) OR (b) XOR (c) NOR (d) NAND
সমাধান: (c); কারণ যে কোন 1 টা 1 থাকলেই output 0 হয়।

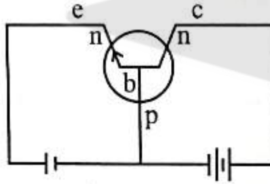
76. সাধারণত জাংশন ডায়োড কি হিসাবে ব্যবহার করা হয়? [DB'17][Ans: d]
(a) সুইচ (b) বিবর্ধক (c) অসিলেটর (d) রেক্টিফায়ার

77. চিত্রের ডায়োড বরাবর V_0 এর আসন্নমান– [RB'17][Ans: b]

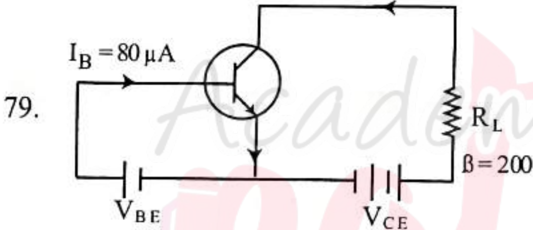


(a) শূন্য (b) 10V (c) 5V (d) R নির্ভর

78. দ্বি-পোলার NPN জাংশন ট্রানজিস্টর কাজ করার জন্য নিঃসারকের সাপেক্ষে বিভিন্ন তড়িৎ দ্বারের পোলারিটি– [RB'17]
(a) সংগ্রাহক (+Ve), ভূমি (−Ve)
(b) সংগ্রাহক (−Ve), ভূমি (+Ve)
(c) সংগ্রাহক (−Ve), ভূমি (−Ve)
(d) সংগ্রাহক (+Ve), ভূমি (+Ve)

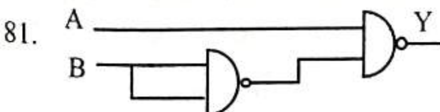
সমাধান: (d);


সবচেয়ে (+Ve) → সংগ্রাহক
সবচেয়ে (−Ve) → নিঃসারক
∴ নিঃসারক এর সাপেক্ষে ভূমি ও সংগ্রাহক (+Ve) ।

79.


বর্তনীটির α এর মান কত? [RB.'BB.'17]
(a) 0.67 (b) 0.80 (c) 1.5 (d) 2.0
সমাধান: (সঠিক উত্তর নেই); $\alpha = \frac{\beta}{1+\beta} = \frac{200}{201} = 0.995$

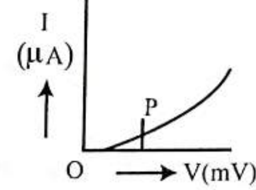
80. ঝোঁক প্রদানবিহীন অর্ধ পরিবাহী ডায়োডের নিঃশেষিত অঞ্চলে থাকে– [Ctg.B'17][Ans. c]
(a) কেবলমাত্র হোল (b) কেবলমাত্র মুক্ত ইলেক্ট্রন
(c) মুক্ত ইলেক্ট্রন ও হোল উভয়েই
(d) কেবলমাত্র বদ্ধ আয়ন

81. [Ctg.B'17]


উদ্দীপকের লজিক বর্তনীর আউটপুট কোনটি?
(a) $\overline{A}B$ (b) $A\overline{B}$ (c) $A+\overline{B}$ (d) $\overline{A}+B$
সমাধান: (d); $\overline{A\overline{BB}} = \overline{A\overline{B}} = \overline{A} + B$

82. P-টাইপ অর্ধ-পরিবাহী তৈরিতে নিচের কোন মৌলটি ভেজাল অপদ্রব্য হিসেবে ডোপিং করা হয়? [SB'17][Ans: c]
(a) ফসফরাস (b) আর্সেনিক
(c) অ্যালুমিনিয়াম (d) অ্যান্টিমনি

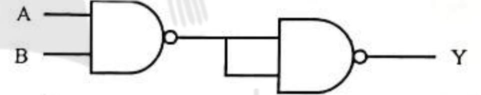
83. Ge এর তৈরি একটি p-n ডায়োডকে সম্মুখী ঝোঁকে সংযুক্ত করায় নিচের I-V লেখচিত্র পাওয়া গেল। [SB'17][Ans. b]



লেখচিত্র OP দ্বারা নির্দেশিত বিভবকে বলে–
(a) বায়াসিং ভোল্টেজ (b) বিভব বাধা ভোল্টেজ
(c) হল ভোল্টেজ (d) বিনাশী ভোল্টেজ

84. জার্মেনিয়ামের সাথে নিচের কোন মৌলটি যুক্ত করলে n-type অর্ধপরিবাহী তৈরি হয়? [BB'17][Ans. c]
(a) এলুমিনিয়াম (b) গ্যালিয়াম
(c) আর্সেনিক (d) ইন্ডিয়াম

নিচের বর্তনী লক্ষ্য কর এবং নিচের দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



85. উপরের বর্তনীর সাহায্যে কোন গেট বাস্তবায়ন সম্ভব? [BB'17]
(a) OR (b) NOR (c) AND (d) NAND
সমাধান: (c); $Y = \overline{\overline{AB}\,\overline{AB}} = \overline{\overline{AB}} + \overline{\overline{AB}}$ [ডি মরগানের সূত্র]
$= AB + AB = AB$ $\boxed{Y = \text{AND gate}}$

86. Y= 1 পেতে হলে নিচের কোনটি সঠিক? [BB'17][Ans. d]
(a) A=0, B= 0 (b) A=1, B= 0
(c) A=0, B= 1 (d) A=1, B= 1

87. বাইনারী বিয়োগের ক্ষেত্রে 11001 − 1010 =? [CB'17]
(a) 9991 (b) 1111 (c) 1100 (d) 111
সমাধান: (b);
$$\begin{array}{r} 11001 \\ (-)\ \ 1010 \\ \hline 01111 \end{array}$$

88. বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহীর পরিবাহিতা বৃদ্ধি পাবে যদি– [CB'17][Ans: d]
(i) এর তাপমাত্রা বৃদ্ধি করা হয়
(ii) এতে ত্রিযোজী মৌল মিশানো হয়
(ii) এতে পঞ্চযোজী মৌল মিশানো হয়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

89. [Din.B'17]


প্রতীকটি যে লজিক গেটকে নির্দেশ করে তা হল– [Ans. b]
(a) AND (b) OR (c) NOT (d) NOR

◆ **MCQ:** বিভিন্ন লেখকের মূল বইয়ের অনুশীলনীর প্রশ্ন ও সমাধান

প্রফেসর মোহাম্মদ ইস্হাক স্যার

01. একটি অর্ধপরিবাহীতে যদি ইলেকট্রন ও হোলের সংখ্যা যথাক্রমে n_e ও n_p হয় তাহলে ইনট্রিনসিক অর্ধপরিবাহীতে-
(a) $n_e = n_p$ (b) $n_e < n_p$ **[Ans: a]**
(c) $n_e > n_p$ (d) কোনোটিই নয়

02. ডেসিমেল সংখ্যা পদ্ধতিতে ডিজিট কয়টি? **[Ans: c]**
(a) 2 (b) 8 (c) 10 (d) 16

03. জাংশন ডায়োড সাধারণত কী কাজে ব্যবহার করা হয়?
(a) রেকটিফায়ার (b) সুইচ হিসেবে
(c) বিবর্ধক (d) স্পন্দক হিসেবে
সমাধান: **(a);** ট্রানজিস্টর বিবর্ধক হিসেবে কাজ করে। রেকটিফায়ারকে একমুখীকারক বলে।

04. দিক পরিবর্তী প্রবাহকে একমুখী প্রবাহে রূপান্তরিত করে —
(a) ডায়োড (b) ট্রানজিস্টর **[Ans: c]**
(c) রেকটিফায়ার (d) অ্যামপ্লিফায়ার

05. একটি p-n সংযোগকে বিপরীত বায়াসে রাখলে- **[Ans: b]**
(a) কোনো প্রবাহ হয় না
(b) নিঃশেষিত অঞ্চলের বেধ বাড়ে
(c) নিঃশেষিত অঞ্চলের বেধ কমে
(d) বিভব প্রাচীরের উচ্চতা কমে

06. একটি p-টাইপের অর্ধপরিবাহী তৈরি করার জন্য বিশুদ্ধ সিলিকনকে যে অপদ্রব্য পরমাণু দিয়ে ডোপিং করা হয়, সেটি হলো —
(a) ফসফরাস (b) কার্বন
(c) অ্যান্টিমনি (d) অ্যালুমিনিয়াম
সমাধান: **(d);** বিশুদ্ধ জার্মেনিয়াম বা সিলিকনের সঙ্গে 3 যোজী মৌল যেমন গ্যালিয়াম, অ্যালুমিনিয়াম ইত্যাদি অপদ্রব্য সামান্য পরিমাণে নিয়ন্ত্রিতভাবে মেশানো হলে p-টাইপ কেলাস তৈরি করা যায়।

07. একটি ট্রানজিস্টরের ক্ষেত্রে $\frac{\Delta I_C}{\Delta I_E} = 0.96$ হলে প্রবাহ লাভ (current gain) β-এর মান হলো —
(a) 6 (b) 12 (c) 24 (d) 48
সমাধান: **(c);** $\frac{\Delta I_c}{\Delta I_E} = \alpha = 0.96$
$\beta = \frac{\alpha}{1-\alpha} = \frac{0.96}{1-0.96} = 24.$

08. কমন এমিটার অ্যামপ্লিফায়ারে ইনপুট ও আউটপুট সিগন্যালের মধ্যকার দশা পার্থক্য — **[Ans: c]**
(a) 0° (b) 90° (c) 180° (d) 270°

09. একটি p-n-p ট্রানজিস্টরের ক্ষেত্রে — **[Ans: a]**
(a) সংগ্রাহকের তুলনায় নিঃসারকের ডোপিং-এর মাত্রা বেশি
(b) নিঃসারকের তুলনায় সংগ্রাহকের ডোপিং-এর মাত্রা বেশি
(c) নিঃসারক ও সংগ্রাহক উভয়ের ডোপিং-এর মাত্রা সমান
(d) ভূমি অঞ্চলটিতে ডোপিং-এর মাত্রা সর্বাধিক বেশি

10. 0.3789 সংখ্যাটির সব থেকে কম তাৎপর্যপূর্ণ সংখ্যা হলো— **[Ans: d]**
(a) 3 (b) 7 (c) 8 (d) 9

11. বুলিয়ান বীজগণিত অনুযায়ী $\bar{0}$-এর মান কত? **[Ans: b]**
(a) 0 (b) 1 (c) $\bar{1}$ (d) −1

12. 4 বিট নাম্বারে সর্বোচ্চ সংখ্যা কতটি?
(a) 16 (b) 15 (c) 12 (d) 9
সমাধান: **(a);** 4 bit নাম্বারে সর্বোচ্চ সংখ্যা $= 2^4 = 16$

13. বাইনারি পদ্ধতিতে লজিক অবস্থা কয়টি? **[Ans: b]**
(a) একটি (b) দুটি (c) তিনটি (d) চারটি

14. কোন গেটের ইনপুট 1 হলে আউটপুট 0 হয়?
(a) X NOR gate (b) NOT gate
(c) XOR gate (d) OR gate
সমাধান: **(b);** NOT gate এ ইনপুট 0 হলে আউটপুট 1 হয়।

15. নিচের কোন গেটটি AND এবং NOT গেটের সমন্বয়ে তৈরি?
(a) NAND (b) XOR (c) NOR (d) OR
সমাধান: **(a);** OR এবং NOT গেটের সমন্বয়ে NOR গেট তৈরি হয়।

16. 206_8-কে ডেসিমেলে রূপান্তর করলে পাওয়া যায়-
(a) 334 (b) 356 (c) 134 (d) 524
সমাধান: **(c);** $206_8 = 2 \times 8^2 + 0 \times 8 + 6 \times 8^0$
$= 134$

17. বাইনারি সংখ্যা 10111-এর তুল্য ডেসিমেল বা দশমিক মান –
(a) 19 (b) 31 (c) 23 (d) 22
সমাধান: **(c);** $(10111)_2 = 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3$
$+1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 16 + 0 + 4 + 2 + 1$
$= (23)_{10}$

18. ডায়োডকে বিমুখী বায়াস করলে নিঃশেষিত স্তর- **[Ans: c]**
(a) হ্রাস পায় (b) একই থাকে
(c) বৃদ্ধি পায় (d) বিলুপ্ত হয়

19. বিমুখী বায়াস প্রদান করা হয় কোন জাংশনে? **[Ans: c]**
(a) নিঃসারক ও সংগ্রাহক (b) পীঠ ও নিঃসারক
(c) পীঠ ও সংগ্রাহক (d) সবকটি



20. ঝোঁক প্রদানকারী একটি p-n জাংশনের নিঃশেষিত অঞ্চলে থাকে- **[Ans: d]**
(a) কেবলমাত্র ইলেকট্রন (b) কেবলমাত্র হোল
(c) ইলেকট্রন ও হোল উভয়ই (d) কেবলমাত্র আয়ন

21. কোন গেটের সকল ইনপুট 1 হলে আউটপুট 1 হয়? **[Ans: d]**
(a) NOR (b) NOT (c) XOR (d) AND

22. ট্রানজিস্টর নিচের কোন কাজটি করে?
(a) দুর্বল সংকেত বিবর্ধিত করে
(b) লাইন ভোল্টেজকে রেক্টিফাই করে
(c) ভোল্টেজ নিয়ন্ত্রণ করে
(d) তাপ উৎপাদন করে
সমাধান: **(a)**; ট্রানজিস্টর → Amplifier
ডায়োড → রেকটিফায়ার।

23. নিচের কোন ডিভাইস এসিকে ডিসিতে রূপান্তর করে? **[Ans: b]**
(a) ভোল্টমিটার (b) ডায়োড
(c) অ্যামিটার (d) ট্রানজিস্টর

24. AND গেইট ব্যবহৃত হয় —
(a) যৌক্তিক যোগের জন্য (b) যৌক্তিক গুণের জন্য
(c) যৌক্তিক পূরকের জন্য (d) যৌক্তিক ভাগের জন্য
সমাধান: **(b)**; যৌক্তিক যোগের জন্য OR গেইট ব্যবহৃত হয়।

25. কোনটি মৌলিক গেইট নয়?
(a) OR (b) AND (c) NAND (d) NOT
সমাধান: **(c)**; ডিজিটাল ইলেকট্রনিক্সের তিনটি মৌলিক লজিক গেট হলো (i) OR গেট (ii) AND গেট (iii) NOT গেট। এই তিনটি মৌলিক গেটের বিভিন্ন সমবায় বা সংযুক্তির মাধ্যমে তৈরি করা হয় NOR গেট, XOR গেট ও NAND গেট।

26. হেক্সাডেসিমেল 'C' এর বাইনারি হলো- **[Ans: b]**
(a) 1001 (b) 1100
(c) 1010 (d) 1110

27. 15 এর সমতুল্য অক্টাল ও হেক্সাডেসিমেল সংখ্যা কোনটি? **[Ans: a]**
(a) 17 এবং F (b) 16 এবং F
(c) 16 এবং D (d) 15 এবং C

28. ডোপ্যান্ট কী? **[Ans: b]**
(a) অপরিবাহীর সাথে মিশ্রিত অপদ্রব্য
(b) অর্ধপরিবাহীর সাথে মিশ্রিত অপদ্রব্য
(c) পরিবাহীর সাথে মিশ্রিত অপদ্রব্য
(d) পরিবাহীর সাথে অপরিবাহীর মিশ্রণ

29. একটি ক্যাপাসিটর কাজ করে - **[Ans: c]**
(a) DC সার্কিটে (b) AC ও DC উভয় সার্কিটে
(c) AC সার্কিটে (d) কোনোটিই নয়

30. p-n জাংশন সংযোগস্থলে ডিপ্লেশন স্তরের সৃষ্টির কারণ হলো- **[Ans: b]**
(a) অপদ্রব্য আয়ন-এর স্থানান্তর
(b) আধান বাহকের ব্যাপন
(c) ইলেকট্রনের তাড়ন (d) হোলের তাড়ন

31. 98- কে বাইনারি সংখ্যায় রূপান্তর-
(a) 1100010 (b) 0100011
(c) 100011 (d) 110001
সমাধান: **(a)**;

2 | 98
2 | 49 - 0
2 | 24 - 1
2 | 12 - 0
2 | 6 - 0
2 | 3 - 0
2 | 1 - 1
0 - 1

↑ (1100010)

32. কোনো ট্রানজিস্টর সাধারণ পীঠ সংযোগে সংযুক্ত। এর নিঃসারক প্রবাহ 0.88 mA এবং পীঠ প্রবাহ 0.065 mA। প্রবাহ বিবর্ধন গুণক কত?
(a) 0.942 (b) 0.983 (c) 0.96 (d) 0.926
সমাধান: **(d)**; $I_E = I_B + I_C \Rightarrow I_C = I_E - I_B$.
$= (0.88 - 0.065) = 0.815$ mA
$\therefore \alpha = \frac{I_C}{I_E} = \frac{0.815}{0.88} = 0.926.$

33. কোন ট্রানজিস্টরের $\alpha = 0.95$ এবং $I_E = 0.9$ mA হলে β কত?
(a) 19 (b) 16 (c) 18 (d) 12
সমাধান: **(a)**; $\beta = \frac{\alpha}{1-\alpha} = \frac{0.95}{1-0.95} = 19.$

34. একটি ট্রানজিস্টরের বিবর্ধন গুণাঙ্ক 0.98 এবং এমিটার কারেন্ট 1.5 mA হলে, কালেকটর কারেন্ট কত?
(a) 7.47 mA (b) 4.74 mA
(c) 1.74 mA (d) 1.47 mA
সমাধান: **(d)**; $\alpha = \frac{I_C}{I_E} \Rightarrow I_C = \alpha I_E$
$= 0.98 \times 1.5 = 1.47$ mA.

35. p-টাইপ Semiconductor হলো - [Ans: b]
(a) একটি intrinsic semiconductor
(b) একটি extrinsic semiconductor
(c) একটি super semiconductor
(d) কোনোটিই নয়

36. তাপমাত্রা বাড়ালে অর্ধপরিবাহীর রোধ -
(a) কমবে (b) বৃদ্ধি পাবে
(c) পরিবর্তন হবে না (d) শূন্য হবে
সমাধান: (a); অর্ধপরিবাহীর বৈশিষ্ট্য:
(i) এর আপেক্ষিক রোধ $10^{-4}\Omega m$ ক্রমের।
(ii) এতে কোন অপদ্রব্য মিশালে এর তড়িৎ পরিবাহিতাঙ্ক বৃদ্ধি পায়।
(iii) পরমশূন্য তাপমাত্রায় (0 K, শূন্য কেলভিন) এরা অপরিবাহী।
(iv) একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রা পাল্লা পর্যন্ত এর রোধ তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে হ্রাস পায়।
(v) তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে এর তড়িৎ পরিবাহিতাঙ্ক বৃদ্ধি পায়।
(vi) দুই প্রান্তের মধ্যবর্তী বিভব পার্থক্য বৃদ্ধি করলে এর তড়িৎ পরিবাহিতাঙ্ক বৃদ্ধি পায়।
(vii) এদের পরিবহন ও যোজন ব্যান্ডের মধ্যে শক্তির পার্থক্য 1.1 eV বা এর কম।

37. ক্রিকেট খেলায় ব্যবহৃত ইলেকট্রনিক স্কোরবোর্ড ডিসপ্লে সাধারণত কী ধরনের অর্ধপরিবাহী দিয়ে তৈরি? [Ans: b]
(a) ট্রানজিস্টর (b) আলো নিঃসারক ডায়োড
(c) সৌরকোষ (d) ফিল্ড ইফেক্ট ট্রানজিস্টর

38. কোন গেইটটি OR এবং NOT গেইট দিয়ে তৈরি? [Ans: c]
(a) NAND (b) X − OR
(c) NOR (d) OR

39. ট্রানজিস্টর কোন কাজটি করে না? [Ans: c]
(a) বিবর্ধক হিসেবে (b) সুইচ হিসেবে
(c) আলো নিঃসারক হিসেবে (d) কোনোটিই নয়

40. ট্রানজিস্টরের মৌলিক বিন্যাস কোনটি? [Ans: d]
(a) সাধারণ পীঠ (b) সাধারণ নিঃসারক
(c) সাধারণ সংগ্রাহক (d) সবগুলো

41. একটি ট্রানজিস্টরে কয়টি নিঃশেষিত স্তর থাকে? [Ans: a]
(a) 2 টি (b) 3 টি (c) 1 টি (d) থাকে না

42. কোন লজিক গেট দুটিকে সার্বজনীন গেট বলে?
(a) AND ও OR (b) OR ও NOT
(c) NOR ও NAND (d) NAND ও XOR
সমাধান: (c); NOR ও NAND গেট দিয়ে মৌলিক গেটসহ সকল গেট তৈরি করা যায় বলে এ দুটি কে সার্বজনীন গেট বলে।

43. নিচের কোন ধাতুটি তড়িৎ সুপরিবাহী নয়? [Ans: c]
(a) কপার (b) সিলভার (c) গ্রাফাইট (d) আয়রন

44. কোন লজিক গেইটের যে কোনো একটি ইনপুট 1 হলে আউটপুট '0' হবে? [Ans: c]
(a) NAND (b) OR
(c) NOR (d) কোনোটিই নয়

45. তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে অর্ধপরিবাহীর তড়িৎ পরিবাহিতাঙ্ক কী হবে?
(a) বৃদ্ধি পায় (b) একই থাকে
(c) প্রথমে হ্রাস পায় পরে বৃদ্ধি পায়
(d) হ্রাস পায়
সমাধান: (a); তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে পরিবাহীর পরিবাহিতাঙ্ক হ্রাস পায়।

46. একটি ট্রানজিস্টরের জন্য কোন (α, β) বাস্তব-সম্মত?
(a) 0.87, 0.70 (b) 0.87, 70 [Ans: b]
(c) 87, 0.70 (d) 70, 87

47. ব্রীজ রেকটিফায়ারে পরিবর্তী প্রবাহ (AC)- কে একমুখী DC করার জন্য লোডের সাথে সমান্তরাল সমবায়ে যে ধারক ব্যবহার করা হয় সেটির কাজ - [Ans: b]
(a) AC প্রবাহ একমুখী করা (b) DC প্রবাহ মসৃণ করা
(c) সার্কিট রক্ষা করা (d) AC প্রবাহ বৃদ্ধি করা

48. অর্ধপরিবাহীর শক্তি ব্যবধান-
(a) 2.5 eV (b) 1 eV (c) 3 eV (d) 7 eV
সমাধান: (b); অন্তরকে শক্তি ব্যবধান 6 eV থেকে 15 eV হয়। পরিবাহীর শক্তি ব্যবধান শূন্য হয়।

49. একটি পূর্ণ তরঙ্গ একমুখীকারকের আউটপুট হলো [Ans: d]
(a) একটি পরিবর্তী ভোল্টেজ
(b) একটি সমবর্তী ভোল্টেজ
(c) শূন্য
(d) স্পন্দিত একমুখী ভোল্টেজ

50. বিপরীত বায়াসযুক্ত p − n সংযোগের রোধ - [Ans: d]
(a) 0 (b) কম (c) বেশি (d) অসীম

51. একটি ট্রানজিস্টরের কমন এমিটার বিন্যাসের ক্ষেত্রে প্রবাহ লাভ β এর জন্য কোনটি সঠিক? [Ans: d]
(a) $\beta = 0.98$ (b) $\beta = 1$
(c) $\beta = 0$ (d) $\beta > 1$

52. ট্রানজিস্টরের কারেন্ট বিবর্ধক গুণক (α) হল–
(a) $\frac{\Delta I_C}{\Delta I_E}$ (b) $\frac{\Delta I_E}{\Delta I_C}$ (c) $\frac{\Delta I_C}{\Delta I_B}$ (d) কোনোটিই নয়
সমাধান: (a); প্রবাহ লাভ $\beta = \frac{I_c}{I_b}$।

53. জার্মেনিয়ামের সাথে নিচের কোন মৌলটি যুক্ত করলে n–type অর্ধপরিবাহী তৈরি হয়?
(a) অ্যালুমিনিয়াম (b) গ্যালিয়াম
(c) আর্সেনিক (d) ইন্ডিয়াম

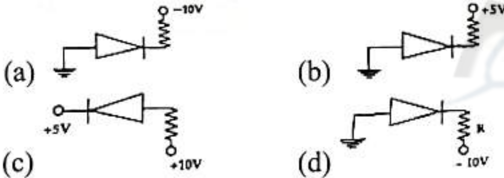
সমাধান: **(c);** জার্মেনিয়াম বা সিলিকন অর্ধপরিবাহীর সঙ্গে পঞ্চযোজী মৌল যেমন এন্টিমনি বা আর্সেনিক মিশিয়ে n–type অর্ধপরিবাহী তৈরি হয়।

54. বাইনারি বিয়োগের ক্ষেত্রে $11001 - 1010 = ?$ **[Ans: b]**
(a) 1991 (b) 1111 (c) 1100 (d) 111

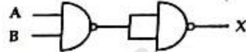
55. হেক্সাডেসিমেল সংখ্যা পদ্ধতির ভিত্তি কোনটি? **[Ans: a]**
(a) 16 (b) 10 (c) 8 (d) 2

56. অর্ধপরিবাহীর বৈশিষ্ট্য নয় কোনটি? **[Ans: d]**
(a) তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে রোধ হ্রাস পায়
(b) গঠন কেলাস আকৃতির
(c) আপেক্ষিক রোধ $10^{-4}\Omega\text{-}m - 0.5\Omega\text{-}m$
(d) পরিবহন ব্যান্ডে প্রচুর মুক্ত ইলেকট্রন থাকে

57. নিচের কোন ডায়োডটি রিভার্স বায়াসে? **[Ans: b]**

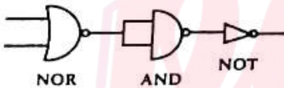


58. চিত্রে প্রদর্শিত লজিক বর্তনীর আউটপুট (X) হবে- **[Ans: a]**



(a) $X = A.B$ (b) $X = \overline{A + B}$
(c) $X = \overline{A}.\overline{B}$ (d) $X = \overline{A.B}$

59. চিত্রের বর্তনীটি কোন গেট নির্দেশ করে? **[Ans: a]**



(a) NOR গেট (b) OR গেট
(c) AND গেট (d) NAND গেট

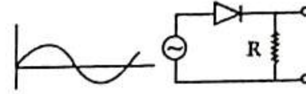
60. নিচের ট্রুথ টেবিলটি কোন গেটের? **[Ans: d]**

A	B	C
0	1	1
1	0	1
1	1	1
0	0	0

(a) AND গেটের (b) NOR গেটের
(c) NAND গেটের (d) OR গেটের

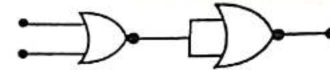
61. p – n জাংশনের সম্মুখ বায়াসের বৈশিষ্ট্য লেখ কোনটি? **[Ans: b]**
(a) (b)
(c) (d)

62. নিম্নলিখিত বর্তনীর আউটপুট কোনটি? **[Ans: d]**



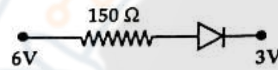
(a) (b)
(c) (d)

63. নিচের বর্তনীটি দ্বারা কোন গেটের লজিক নীতি সম্পাদিত হয়? **[Ans: a]**



(a) OR (b) NOR (c) NOT (d) NAND

64. চিত্রে প্রদর্শিত আদর্শ ডায়োডটির মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহমাত্রা- **[Ans: b]**



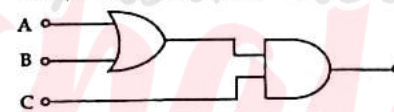
(a) 0 A (b) 0.02 A (c) 0.04 A (d) 0.06 A

65. নিম্নলিখিত ট্রুথ টেবিলটি কোন গেটের জন্য প্রযোজ্য? **[Ans: c]**

A	B	Y
0	0	1
1	0	0
0	1	0
1	1	1

(a) NAND (b) NOR (c) XNOR (d) OR

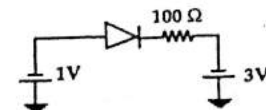
66. নিচের বর্তনীটির আউটপুট $Y = 1$ পেতে হলে নিচের ইনপুটগুলির মধ্যে কোনটি সঠিক?



	A	B	C
(a)	1	0	0
(b)	1	0	1
(c)	1	1	0
(d)	0	1	0

সমাধান: **(b);** লজিক গেইট আউটপুট → $(A + B).C$
$Y = 1$ হতে হলে, A অথবা B এর যেকোনো একটি 1 হতে হবে এবং C কে অবশ্যই 1 হতে হবে।

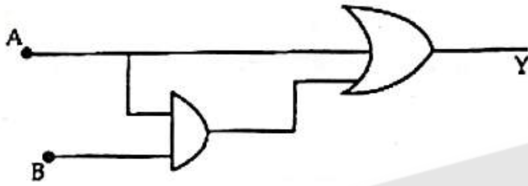
67. নিচের চিত্রে প্রদর্শিত আদর্শ p – n সংযোগ ডায়োডটির মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহমাত্রা হলো- **[Ans: c]**



(a) শূন্য (b) 10 mA (c) 20 mA (d) 50 mA

68. কোন ক্ষেত্রে সংযোগ ডায়োডটি সম্মুখ বায়াসযুক্ত? **[Ans: b]**
(a) 0 V —▷|— +2 V
(b) 0 V —▷|— −2 V
(c) −2 V —▷|— 0 V
(d) +2 V —▷|— +5 V

69. চিত্রে প্রদত্ত লজিক গেটের সমবায়টির আউটপুট কোনটি? **[Ans: b]**



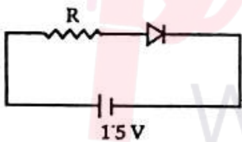
(a) A.A.B (b) A.B + A
(c) A + A + B (d) A. A + B

70. পাশের ট্রুথ টেবিলে A এবং B ইনপুট এবং Y আউটপুট। ওই ট্রুথ টেবিল কোন গেটের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য? **[Ans: b]**

A	B	Y
0	0	1
1	0	1
0	1	1
1	1	0

(a) OR গেট (b) NAND গেট
(c) XOR গেট (d) AND গেট

71. ডায়োডের স্থির বিভব পার্থক্য 0.5 V এবং সর্বোচ্চ ক্ষমতা 100 মিলি ওয়াট। R এর মান কত হলে প্রবাহমাত্রা সর্বোচ্চ হবে?



(a) 1.5Ω (b) 5Ω (c) 6.67Ω (d) 200Ω

সমাধান: (সঠিক উত্তর নেই) $V = (1.5 - 0.5)V = 1V$

$P = 100 \times 10^{-3}W \therefore R = \frac{V^2}{P} = 10\ \Omega$

72. চিত্রে প্রদত্ত লজিক বর্তনীটির বুলিয়ান অভিব্যক্তি হলো- **[Ans: c]**



(a) $Y = A + B$ (b) $Y = \overline{A} + B$
(c) $Y = A + \overline{B}$ (d) $Y = \overline{A + B}$

73. নিচের বর্তনীগুলিতে কোন ডায়োডটি বিপরীত বায়াসে যুক্ত? **[Ans: c]**
(a) 12 V —▷|— 10 V
(b) 20V —▷|— 11V
(c) −20 V —▷|— +10 V
(d) 12 V —▷|— −6 V

ড. শাহজাহান তপন স্যার

01. নিচের কোনটি শক্তি ব্যান্ড? **[Ans: d]**
(a) যোজন ব্যান্ড (b) পরিবহন ব্যান্ড
(c) নিষিদ্ধ ব্যান্ড (d) সবকটি

02. অন্তরক পদার্থের আপেক্ষিক রোধের ক্রম কত?
(a) $10^{-4}\ \Omega m$ (b) $10^{12}\ \Omega m$
(c) $10^{-8}\ \Omega m$ (d) $10^{-12} \Omega m$

সমাধান: (b);

পদার্থ	আপেক্ষিক রোধের ক্রম
পরিবাহী	$10^{-8}\Omega m$
অর্ধপরিবাহী	$10^{-4}\Omega m$
অন্তরক	$10^{12}\ \Omega m$

03. নিচের কোনটি অর্ধপরিবাহীর বৈশিষ্ট্য নয়? **[Ans: d]**
(a) 0K তাপমাত্রায় এরা অন্তরক
(b) তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে এদের তড়িৎ পরিবাহিতা বৃদ্ধি পায়
(c) উপযুক্ত অপদ্রব মিশালে এদের তড়িৎ পরিবাহিতা বৃদ্ধি পায়
(d) এদের আপেক্ষিক রোধ $10^4\ \Omega m$ ক্রমের

04. তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে অর্ধপরিবাহীর আপেক্ষিক রোধের কী পরিবর্তন ঘটে? **[Ans: c]**
(a) বৃদ্ধি পায় (b) একই থাকে
(c) হ্রাস পায়
(d) প্রথমে বৃদ্ধি পায় পরে হ্রাস পায়

05. অর্ধপরিবাহীতে যোজন ব্যান্ড ও পরিবহন ব্যান্ডের মধ্যবর্তী নিষিদ্ধ শক্তি ব্যবধানের ক্রম কত? **[Ans: a]**
(a) 1 eV (b) 5 eV (c) 1 k eV (d) 1 MeV

06. যোজন ব্যান্ড ও পরিবহন ব্যান্ডের মধ্যবর্তী শক্তি ব্যবধান 0.7 eV হলে সেটি নিচের কোনটি? **[Ans: c]**
(a) ধাতু (b) অন্তরক
(c) অর্ধপরিবাহী (d) সংকর ধাতু

07. p- টাইপ অর্ধপরিবাহী তৈরির জন্য বিশুদ্ধ সিলিকনের সাথে যে অপদ্রব্য মিশাতে হয় সেটি নিচের কোনটি? **[Ans: b]**
(a) ফসফরাস (b) বোরন
(c) এন্টিমনি (d) অক্সিজেন

08. অন্তরকে যোজন ব্যান্ড ও পরিবহন ব্যান্ডের মধ্যবর্তী নিষিদ্ধ শক্তি ব্যবধানের ক্রম কত? [Ans: d]
(a) 1 MeV (b) 0.1 MeV (c) 1 eV (d) 6.0 eV

09. একটি বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহীর 0°C তাপমাত্রায়– [Ans: c]
(a) অসীম রোধ
(b) সসীম রোধ যা তাপমাত্রার উপর নির্ভরশীল নয়
(c) সসীম রোধ যা তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে হ্রাস পায়
(d) সসীম রোধ যা তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে বৃদ্ধি পায়

10. n –টাইপ অর্ধপরিবাহী তৈরির জন্য বিশুদ্ধ জার্মেনিয়ামের সাথে যে অপদ্রব্য মিশাতে হয় সেটি নিচের কোনটি? [Ans: a]
(a) ফসফরাস (b) অ্যালুমিনিয়াম
(c) বোরন (d) স্বর্ণ

11. অর্ধপরিবাহীতে গরিষ্ঠ আধান বাহক কোনটি? [Ans: c]
(a) n – টাইপে হোল এবং p – টাইপে ইলেকট্রন
(b) n – টাইপ ও p –টাইপ উভয়েই ইলেকট্রন
(c) n – টাইপে ইলেকট্রন এবং p – টাইপে হোল
(d) n – টাইপ ও p – টাইপ উভয়েই হোল

12. n – টাইপ অর্ধপরিবাহীতে কী মিশানো হয়? [Ans: d]
(a) দ্বিযোজী মৌল (b) ত্রিযোজী মৌল
(c) চতুর্যোজী মৌল (d) পঞ্চযোজী মৌল

13. অর্ধপরিবাহী ডায়োডকে কী বলা হয়? [Ans: a]
(a) রেকটিফায়ার (b) ট্রানজিস্টর
(c) অ্যামপ্লিফায়ার (d) FET

14. p – n জাংশন অন্তরক হিসেবে কাজ করে যখন তা সংযুক্ত করা হয়– [Ans: c]
(a) এসি উৎসে (b) সম্মুখী ঝোঁকে
(c) বিমুখী ঝোঁকে
(d) এসি উৎসে অথবা বিমুখী ঝোঁকে

15. p – n জাংশন সম্মুখী ঝোঁকে থাকলে এর রোধ কেমন হয়?
(a) শূন্য (b) নিম্ন (c) উচ্চ (d) অসীম
সমাধান: (b); p-n জাংশন বিমুখী ঝোঁকে থাকলে রোধ অসীম হয়।

16. জাংশন ডায়োডে বিমুখী ঝোঁক কী করে? [Ans: b]
(a) বিভব বাধা হ্রাস করে
(b) বিভব বাধা বৃদ্ধি করে
(c) লঘিষ্ঠ আধান বাহক বৃদ্ধি করে
(d) গরিষ্ঠ আধান বাহক বৃদ্ধি করে

17. p-n জাংশনের সংযোগ স্থলে ডিপ্লেশন স্তরের সৃষ্টির কারণ– [Ans: b]
(a) হোলের তাড়ন
(b) আধান বাহকের ব্যাপন
(c) ইলেকট্রনের তাড়ন
(d) অপদ্রব্য আয়নের স্থানান্তর

18. রেকটিফায়ার হিসেবে ডায়োড রূপান্তর করে- [Ans: a]
(a) এসি থেকে ডিসি
(b) অস্থির ডিসি থেকে স্থির ডিসি
(c) ডিসি থেকে এসি
(d) উচ্চ বিভব থেকে নিম্ন বিভব

19. বিমুখী ঝোঁকে ভোল্টেজ ক্রমশ বাড়তে থাকলে একটি বিশেষ ভোল্টেজে প্রবাহমাত্রা হঠাৎ খুব বেড়ে যায়, এই ভোল্টেজকে কী বলা হয়? [Ans: c]
(a) হল ভোল্টেজ (b) লরেঞ্জ ভোল্টেজ
(c) জেনার ভোল্টেজ (d) কোনোটি নয়

20. ট্রানজিস্টরের মাঝের অর্ধপরিবাহককে কী বলে? [Ans: a]
(a) পীঠ (b) নিঃসারক
(c) সংগ্রাহক (d) দাতা

21. একটি ট্রানজিস্টরের তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে এর - [Ans: b]
(a) রোধ বৃদ্ধি পায় (b) রোধ হ্রাস পায়
(c) ধারকত্ব বৃদ্ধি পায় (d) ধারকত্ব হ্রাস পায়

22. কোনো ট্রানজিস্টরে পীঠ হচ্ছে– [Ans: d]
(a) একটি অন্তরক
(b) একটি নিম্নরোধের পরিবাহী
(c) একটি উচ্চরোধের পরিবাহী
(d) একটি বহির্জাত অর্ধপরিবাহী

23. একটি ট্রানজিস্টর সাধারণ পীঠ সংযোগে রয়েছে। এর নিঃসারক প্রবাহ 0.85 mA এবং পীঠ প্রবাহ 0.05 mA. প্রবাহ বিবর্ধক গুণক α – এর মান কত?
(a) 10 (b) 1.11 (c) 0.9 (d) 0.1
সমাধান: (c); $I_C = I_E - I_B = 0.85 - 0.05 = 0.8$
$\therefore \alpha = \frac{I_c}{I_E} = \frac{0.8}{0.85} = 0.94 \approx 0.9.$

24. প্রবাহ বিবর্ধক গুণক α হলো- [Ans: a]
(a) $\frac{I_C}{I_E}$ (b) $\frac{I_C}{I_B}$ (c) $\frac{I_B}{I_E}$ (d) $\frac{I_B}{I_C}$

25. একটি সাধারণ ভূমি ট্রানজিস্টরে সংগ্রাহক প্রবাহ 0.85 A এবং ভূমি প্রবাহ 0.05 mA। প্রবাহ বিবর্ধন গুণক কত? [Ans: a]
(a) 0.99994 (b) 1.99994
(c) 0.49999 (d) 4.9999

26. নিচের কোনটিকে ডোপেন্ট হিসাবে ব্যবহার করলে p- টাইপ অর্ধপরিবাহীর ধর্ম পাওয়া যাবে না? [Ans: b]
(a) অ্যালুমিনিয়াম (b) এন্টিমনি
(c) গ্যালিয়াম (d) ইন্ডিয়া

27. অ্যামপ্লিফায়ার হিসেবে ব্যবহৃত হয়- [Ans: b]
(a) ডায়োড (b) ট্রানজিস্টর
(c) LED (d) উপরের সবকটি

28. কোনটি সার্বজনীন লজিক গেইট? [Ans: b]
(a) NOT (b) NAND (c) OR (d) XOR

29. একটি অপদ্রব্যযুক্ত অর্ধপরিবাহী p- অথবা n-ধরন নির্ণয় করা হয়- [Ans: b]
(a) এর বিদ্যুৎ পরিবাহিতা মেপে
(b) হল-ইফেক্ট পরীক্ষার সাহায্যে
(c) এর তাপ ধারকত্ব মেপে
(d) এর রোধের সহগ মেপে

30. পরম শূন্য তাপমাত্রায় বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহীর পরিবাহিতা কত? [Ans: b]
(a) $0(\text{ohm}-\text{m})^{-1}$ (b) $10^3(\text{ohm}-\text{m})^{-1}$
(c) অসীম (d) $10^{-7}(\text{ohm}-\text{m})^{-1}$

31. তাপমাত্রা বাড়ার সাথে সাথে কোনটির বিদ্যুৎ পরিবাহিতা বাড়ে? [Ans: d]
(a) Al (b) Fe (c) Ag (d) Si

32. 80 গিগাবাইট (GB) সমান কত বাইট (B)? [Ans: a]
(a) 8.0×10^{10} (b) 8.0×10^{9}
(c) 8.0×10^{8} (d) 8.0×10^{7}

33. একটি সমন্বিত বর্তনীতে নিম্নের কোন উপাংশটি অনুপস্থিত? [Ans: d]
(a) ট্রানজিস্টর (b) ডায়োড
(c) রোধক (d) আবেশক

34. হেক্সাডেসিমেল 1F এর মান বাইনারিতে -
(a) 00011111 (b) 010101
(c) 00001111 (d) 11110000

সমাধান: (a);

1 → 0001
F → 1111

$(00011111)_2$

35. p- টাইপ অর্ধপরিবাহীতে কী ডোপায়িত করা হয়? [Ans: b]
(a) দ্বিযোজী মৌল (b) ত্রিযোজী মৌল
(c) চতুর্যোজী মৌল (d) পঞ্চযোজী মৌল

36. ডায়োড ব্যবহৃত হয় নিচের কোন যন্ত্রটিতে? [Ans: d]
(a) রেডিওতে (b) ক্যামেরায়
(c) টেপ রেকর্ডারে (d) টেলিভিশনে

37. অক্টাল সংখ্যা পদ্ধতিতে 376 এর পরবর্তী সংখ্যা কোনটি? [Ans: a]
(a) 377 (b) 407 (c) 477 (d) 478

38. সূর্য কিরণের মাধ্যমে আলোক শক্তিকে তড়িৎ শক্তিতে রূপান্তরিত করে- [Ans: b]
(a) শুষ্ক কোষ (b) সৌর কোষ
(c) সৌরচুল্লি (d) স্যাটেলাইট

39. p-টাইপ সেমিকন্ডাক্টর হচ্ছে- [Ans: a]
(i) অ্যালুমিনিয়াম ডোপায়িত সিলিকন
(ii) বোরন ডোপায়িত জার্মেনিয়াম
(iii) ফসফরাস ডোপায়িত জার্মেনিয়াম
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

40. n-টাইপ সেমিকন্ডাক্টর হচ্ছে- [Ans: a]
(i) আর্সেনিক ডোপায়িত জার্মেনিয়াম
(ii) ফসফরাস ডোপায়িত সিলিকন
(iii) গ্যালিয়াম ডোপায়িত জার্মেনিয়াম
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

41. ট্রানজিস্টর তৈরি করা হয়- [Ans: a]
(i) দুটি p-টাইপের মাঝে একটি n টাইপ স্যান্ডউইচ করে
(ii) দুটি n-টাইপের মাঝে একটি p টাইপ স্যান্ডউইচ করে
(iii) তিনটি n-টাইপ পাশাপাশি রেখে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

ড. তফাজ্জল হোসেন স্যার

01. যে সব পদার্থের পরিবাহিতা অন্তরকের চেয়ে বেশি কিন্তু পরিবাহীর চেয়ে কম তাদেরকে কী বলে? [Ans: c]
(a) অন্তরক (b) অপরিবাহী
(c) অর্ধপরিবাহী (d) পরিবাহী

02. বর্তনীর I বনাম V লেখচিত্রের ঢাল নির্দেশ করে [Ans: b]
(a) রোধ (b) তড়িৎ পরিবাহিতা
(c) আপেক্ষিক রোধ (d) তড়িৎ প্রাবল্য

03. অ্যালুমিনিয়াম কীরূপ পদার্থ? [Ans: a]
(a) পরিবাহী (b) অর্ধপরিবাহী
(c) অপরিবাহী (d) অন্তরক

04. অর্ধপরিবাহকের পরিবাহিতা বৃদ্ধির উপায় — [Ans: c]
(a) আয়তন পরিবর্তন (b) ঘনত্ব পরিবর্তন
(c) ভেজাল মিশ্রিতকরণ (d) উপাদান কম বেশি

05. অর্ধপরিবাহীতে তড়িৎ পরিবহনে অংশ গ্রহণ করে- [Ans: c]
(a) শুধুমাত্র ইলেকট্রন (b) শুধুমাত্র হোল
(c) হোল ও ইলেকট্রন
(d) ইলেকট্রন বা হোল কোনোটিই নয়

06. অর্ধপরিবাহী পদার্থ হলো — [Ans: c]
(a) সিরামিক (b) অ্যালুমিনিয়াম
(c) সিলিকন (d) কাঁচ

07. $10^{-4}\Omega$-m ক্রমের আপেক্ষিক রোধযুক্ত পদার্থ হলো- [Ans: c]
(a) পরিবাহী (b) অন্তরক
(c) অর্ধপরিবাহী (d) অতিপরিবাহী

08. জার্মেনিয়ামের যোজনী হলো — [Ans: c]
(a) 2 (b) 3 (c) 4 (d) 5

09. বিশুদ্ধ জার্মেনিয়ামের সাথে সামান্য পরিমাণ পঞ্চযোজী ডোপায়িত করলে এটি পরিণত হয়- [Ans: b]
(a) p-টাইপ অর্ধপরিবাহী (b) n- টাইপ অর্ধপরিবাহী
(c) অন্তরক (d) অতিপরিবাহী

10. হোল গরিষ্ঠ আধান বাহক — [Ans: b]
(a) n-টাইপ অর্ধপরিবাহীতে (b) p-টাইপ অর্ধপরিবাহীতে
(c) পরিবাহীতে (d) সহজাত অর্ধপরিবাহীতে

11. p-n জাংশনে সম্মুখ ঝোঁক করতে — [Ans: a]
(a) p-প্রান্তে ধনাত্মক ভোল্টেজ প্রয়োগ করতে হয়
(b) n-প্রান্তে ধনাত্মক ভোল্টেজ প্রয়োগ করতে হয়
(c) p-প্রান্তে ঋণাত্মক ভোল্টেজ প্রয়োগ করতে হয়
(d) উপরের কোনোটিই নয়

12. ট্রানজিস্টরের সবচেয়ে কম ডোপায়িত অঞ্চল হলো — [Ans: c]
(a) এমিটার (b) কালেক্টর
(c) বেস (d) হয় এমিটার নয় কালেক্টর

13. ট্রানজিস্টর হলো — [Ans: c]
(a) কারেন্ট নিয়ন্ত্রিত কৌশল
(b) ভোল্টেজ নিয়ন্ত্রিত কৌশল
(c) কারেন্ট ও ভোল্টেজ উভয় নিয়ন্ত্রিত কৌশল
(d) কোনোটিই নয়

14. বিবর্ধক হিসেবে ব্যবহৃত হয়- [Ans: d]
(a) ডায়োড (b) সৌরকোষ (c) LED (d) FET

15. একটি অবিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহীতে যদি ইলেকট্রন ও হোলের সংখ্যা n_e এবং n_p হয় — [Ans: d]
(a) $n_e = n_p$ (b) $n_e > n_p$
(c) $n_e < n_p$ (d) $n_e \neq n_p$

16. ট্রানজিস্টরকে ব্যবহার করা যায় — [Ans: d]
(a) শুধু রেকটিফায়ার হিসেবে
(b) শুধু অ্যামপ্লিফায়ার হিসেবে
(c) শুধু মাত্র সুইচ হিসেবে
(d) অ্যামপ্লিফায়ার ও সুইচ হিসেবে

17. বাইনারি নম্বর পদ্ধতি হল — [Ans: a]
(a) 2 ভিত্তিক (b) 8 ভিত্তিক
(c) 10 ভিত্তিক (d) 16 ভিত্তিক

18. অক্টাল নম্বর পদ্ধতি হল — [Ans: b]
(a) 2 ভিত্তিক (b) 8 ভিত্তিক
(c) 10 ভিত্তিক (d) 16 ভিত্তিক

19. হেক্সাডেসিমাল পদ্ধতিতে ব্যবহৃত প্রতীক বা চিহ্ন হল — [Ans: d]
(a) 2 টি (b) 8 টি
(c) 10 টি (d) 16 টি

20. রেকটিফায়ার হিসেবে ব্যবহৃত হয় — [Ans: d]
(a) ট্রানজিস্টর (b) IC (c) FET (d) ডায়োড

21. IC-এর ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক নয় —
(a) আকার ছোট (b) ওজন কম
(c) মূল্য কম (d) সংযোগ সংখ্যা বেশি

সমাধান: **(d); IC**-এর সুবিধা: (i) সংযোগ সংখ্যা কম কিন্তু নির্ভরযোগ্যতা বেশি। (ii) অত্যন্ত ক্ষুদ্রাকৃতি। (iii) ওজন কম, (iv) কম বিদ্যুতের প্রয়োজন হয়। (v) দাম কম।

22. শুধুমাত্র এক ধরনের বাহক কাজ করে যে যন্ত্রে — [Ans: c]
(a) ট্রানজিস্টর (b) ডায়োড
(c) FET (d) সৌরকোষ

23. একটি ইনপুট ও একটি আউটপুট থাকে কোন গেটে? [Ans: c]
(a) OR (b) AND
(c) NOT (d) NOR

24. মৌলিক লজিক গেট কয় ধরনের? [Ans: b]
(a) দুই (b) তিন (c) চার (d) পাঁচ

25. অর্ধপরিবাহীর ক্ষেত্রে- [Ans: d]
(i) পরিবহন ব্যান্ড প্রায় খালি থাকে
(ii) শক্তি ব্যবধান (Eg) এর মান প্রায় 0.7 eV
(iii) তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে তড়িৎ পরিবাহিতা বৃদ্ধি পায়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, iii (b) i, ii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

26. সম্মুখ বায়াসের ক্ষেত্রে- [Ans: a]
(i) p-প্রান্তে ধনাত্মক ভোল্টেজ প্রয়োগ করতে হয়
(ii) বিভব প্রাচীর হ্রাস পায়
(iii) মাইক্রো অ্যাম্পিয়ারের তড়িৎ প্রবাহ পাওয়া যায়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

27. তাপমাত্রা বাড়লে- [Ans: a]
(i) অর্ধ পরিবাহীর পরিবাহিতা বাড়ে
(ii) পরিবাহীর পরিবাহিতা বাড়ে
(iii) পরিবাহীর রোধকতা বাড়ে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, iii (b) i, ii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

28. যোজন ব্যান্ডের শক্তি পাল্লার মধ্যে- [Ans: b]
(i) পরমাণুর সর্ববহিঃস্থ কক্ষের ইলেকট্রন থাকে
(ii) সকল ইলেকট্রনের অবস্থান থাকে
(iii) যোজন ইলেকট্রন অবস্থান করে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

29. যোজন ব্যান্ডের ইলেকট্রন সর্বনিম্ন শক্তির ব্যবধান পেলে- [Ans: b]
(i) পরিবহন ব্যান্ডে যেতে পারবে
(ii) শক্তি ব্যান্ডে যেতে পারবে
(iii) তড়িৎ পরিবাহিতায় অংশ নেবে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

30. OR গেটের সাথে NOT সংযুক্ত করলে যে লজিক গেইট উৎপন্ন হয় তাকে বলে- [Ans: a]
(a) NOR (b) XOR (c) NOT (d) NAND

31. বিবর্ধক [Ans: d]
(i) পরিবর্তী প্রবাহ, ভোল্টেজ- এর বিস্তার বৃদ্ধি করে
(ii) ইনপুটে দেয়া দূর্বল সংকেতকে আউটপুট বৃদ্ধি করে
(iii) মাইকে ব্যবহৃত হয়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, iii (b) i, ii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

32. ডায়োড- [Ans: d]
(i) AC কে DC তে রূপান্তরিত করে
(ii) একে p−n জাংশন বলা হয়
(iii) বিমুখী বায়াস জেনার বিভবের প্রয়োগে বিভব প্রাচীর ভেঙ্গে যায়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, iii (b) i, ii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

33. বাইনারি পদ্ধতি- [Ans: d]
(i) দুটি ডিজিট 0 ও 1 ব্যবহার করা হয়
(ii) ডিজিটাল সিস্টেমের মূল ভিত্তি বাইনারি ডিজিট
(iii) তড়িৎ উপস্থিতি প্রকাশ করে না
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, iii (b) i, ii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

34. পরিবাহীতে যোজন ব্যান্ড ও পরিবহন ব্যান্ড- [Ans: c]
(i) এর মাঝে শক্তি ব্যবধান বেশি থাকে
(ii) পরস্পরের সাথে উপরিপাতিত হয়
(iii) এর মাঝে শক্তি ব্যবধান থাকে না
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, iii (b) i, ii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

35. অর্ধপরিবাহীর তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে সাথে- [Ans: d]
(i) পরিবহন ব্যান্ডে ইলেকট্রনের সংখ্যা বাড়ে
(ii) তড়িৎ পরিবাহিতা বৃদ্ধি পায়
(iii) যোজন ব্যান্ডে ইলেকট্রন সংখ্যা কমে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, iii (b) i, ii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

36. অর্ধপরিবাহীর বৈশিষ্ট্য- [Ans: b]
(i) পরিবহন ব্যান্ড প্রায় খালি থাকে
(ii) শক্তি-ব্যবধান প্রায় 7eV
(iii) পরমশূন্য তাপমাত্রায় অন্তরকের মতো আচরণ করে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

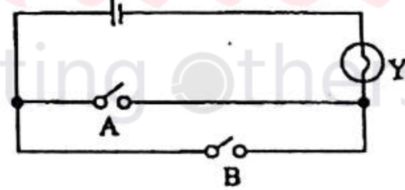
37. OR গেইটে- [Ans: a]
(i) দুই বা ততোধিক ইনপুট এবং একটি মাত্র আউটপুট থাকে
(ii) যে কোন একটি ইনপুট সত্য হলেই আউটপুট সত্য হয়
(iii) গাণিতিক সূত্র Y=A.B
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

38. AND গেইটে- [Ans: d]
(i) সবগুলো ইনপুট সত্য হলে আউটপুট সত্য হয়
(ii) যে কোন একটি ইনপুট মিথ্যা হলে আউটপুট মিথ্যা হয়
(iii) ইনপুট A ও B হলে আউটপুট Y = A.B
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, iii (b) i, ii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

39. NOT গেইটে- [Ans: a]
(i) একটি ইনপুট ও একটি আউটপুট থাকে
(ii) ইনপুট সত্য হলে আউটপুট মিথ্যা হয়
(iii) এর ইনপুট A এবং আউটপুট Y হলে Y = A-A
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

40. Exclusive OR গেইট- [Ans: c]
(i) ইনপুট A ও B হলে, আউটপুট, $Y = \overline{A+B}$
(ii) দুটি ইনপুট একই হলে আউটপুট 0 হবে
(iii) এটি একটি বহুল ব্যবহৃত লজিক গেট
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

চিত্রটি লক্ষ্য কর এবং পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



41. চিত্রটি কোন গেইট বর্তনীর সমকক্ষ? [Ans: a]
(a) OR (b) AND
(c) NOT (d) NOR

42. নিচের তথ্যগুলো লক্ষ করো- [Ans: d]
(i) 'A' ও 'B' ইনপুট হিসেবে কাজ করে
(ii) 'Y' আউটপুট হিসেবে কাজ করে
(iii) একটি সুইচ অন করলে বাতি জ্বলে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

MCQ: সম্ভাব্য নমুনা প্রশ্ন ও সমাধান

01. বিশুদ্ধ জার্মেনিয়ামের সাথে কী অপদ্রব্য মিশালে n- টাইপ জার্মেনিয়াম পাওয়া যাবে? [Ans: a]
(a) ফসফরাস (b) অ্যালুমিনিয়াম (c) বোরন (d) গোল্ড

02. রেকটিফায়ারের কাজ কোনটি? [Ans: c]
(a) তড়িৎ প্রবাহ বৃদ্ধি (b) ভোল্টেজ বৃদ্ধি
(c) তড়িৎ প্রবাহ একমুখীকরণ (d) তড়িৎ প্রবাহ কমানো

03. হোলের সৃষ্টি হয় কোন ব্যান্ডে? [Ans: a]
(a) যোজন ব্যান্ডে (b) পরিবহন ব্যান্ডে
(c) নিষিদ্ধ ব্যান্ডে (d) শক্তি ব্যান্ডে

04. বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহীতে পরিবহন স্তর ও যোজনী স্তরের মধ্যে শক্তি ফাঁক কোনটির কাছাকাছি? [Ans: c]
(a) 0.7eV (b) অসীম (c) 1eV (d) 0eV

05. সাধারণ নিঃসারক বর্তনীতে অন্তর্গামী ও বহির্গামী সিগন্যালের দশা পার্থক্য– [Ans: d]
(a) 0° (b) 45° (c) 90° (d) 180°

06. বুলিয়ান বীজগণিত অনুযায়ী $\overline{0}$ এর মান কত? [Ans: b]
(a) 0 (b) 1 (c) $\overline{1}$ (d) -1

07. $I_b = 0.05mA, I_c = 2mA$ হলে $\beta =$?
(a) 40 (b) 50 (c) 0.04 (d) 0.2
সমাধান: **(a)**; $\beta = \frac{I_c}{I_b} = \frac{2}{0.05} = 40$

08. ডায়োডের ক্ষেত্রে– [Ans: d]
(i) ডায়োডের মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ এর বায়াস বিভবের সমানুপাতিক
(ii) ডায়োডের গতীয় রোধ আছে
(iii) জেনার ডায়োড Voltage Regulator হিসাবে কাজ করে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) iii, i (d) i, ii, iii
সমাধান: **(c)**; প্রবাহমাত্রা, $I_R = \frac{12-0.7-0.3}{5.6\times10^3} = 1.96mA$

09. যখন একটি p-n জংশন ডায়োডকে সম্মুখ ঝোঁকে রাখা হয় তখন ইহার বিভব প্রাচীর– [Ans: b]
(i) হ্রাস পায় এবং কম পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহিত হয়
(ii) হ্রাস পায় এবং অধিক পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহিত হয়
(iii) বৃদ্ধি পায় এবং অধিক পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহিত হয়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) ii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

10. ব্যান্ড তত্ত্ব কোন ধরনের পদার্থের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য? [Ans: c]
(a) তরল (b) গ্যাসীয় (c) কঠিন (d) প্লাজমা

11. $(0.3125)_{10}$ এর অক্টাল মান কত?
(a) $(0.34)_8$ (b) $(0.14)_8$ (c) $(0.44)_8$ (d) $(0.24)_8$
সমাধান: **(d)**; $0.3125 = 2\times8^{-1} + 4\times8^{-2} = (0.24)_8$

12. ট্রানজিস্টরের কারেন্ট বিবর্ধক গুণক α হলো– [Ans: a]
(a) $\frac{\Delta I_C}{\Delta I_E}$ (b) $\frac{\Delta I_E}{\Delta I_C}$ (c) $\frac{\Delta I_B}{\Delta I_E}$ (d) $\frac{\Delta I_C}{\Delta I_B}$

13. অর্ধপরিবাহীর ক্ষেত্রে– [Ans: a]
(i) n − type অর্ধপরিবাহীর গরিষ্ঠ বাহক ইলেকট্রন
(ii) p − type অর্ধপরিবাহীর গরিষ্ঠ বাহক হোল
(iii) বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহীর গরিষ্ঠ বাহক হোল
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

14. তাপমাত্রা পরিমাপের জন্য অর্ধপরিবাহী দ্বারা তৈরি তাপ সুবেদী রোধককে বলা হয়- [Ans: b]
(a) থার্মোমিটার (b) থার্মিস্টর
(c) পাইরোমিটার (d) রোধ থার্মোমিটার

15. একটি p-টাইপ অর্ধ-পরিবাহী তৈরি করার জন্য যে অপদ্রব্য পরমাণু দিয়ে ডোপিং করা হয়, সেটি হলো- [Ans: d]
(a) কার্বন (b) অ্যান্টিমনি
(c) ফসফরাস (d) অ্যালুমিনিয়াম

16. A—[NOT gate symbol]—out প্রতীকটি কিসের? [Ans: b]
(a) AND gate (b) NOT gate
(c) NOR gate (d) XOR gate

17. কোন বায়াসিং এ জেনার ভোল্টেজ পাওয়া যায়? [Ans: b]
(a) সম্মুখী বায়াসে (b) বিমুখী বায়াসে
(c) সমান বায়াসে (d) যেকোনো বায়াসে

18. চিত্রটি লক্ষ কর-

A, B, Y =?

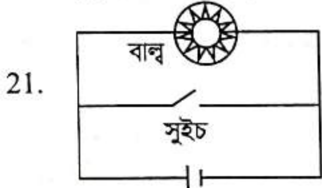
গেইট সমবায়টির বহির্গামী সংকেত (Output signal) Y=? [Ans: b]
(a) $\overline{A+B}$ (b) $\overline{\bar{A}+\bar{B}}$ (c) $\overline{\bar{A}.B}$ (d) $\overline{\bar{A}+\bar{\bar{B}}}$

19. [Ans: b]

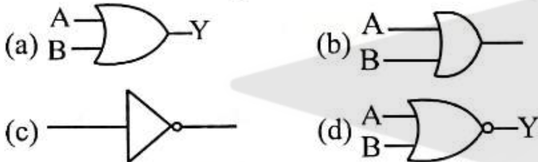
V, A

উপরের বর্তনী অনুযায়ী কোন লেখচিত্রটি সঠিক?
(a) I, V (b) I, V
(c) V, I (d) I

20. OR gate এর বৈশিষ্ট্য হচ্ছে– **[Ans: d]**
(i) দুই বা ততোধিক ইনপুট দিলে একটি আউটপুট পাওয়া যায়
(ii) বর্তনীর সমতুল্য হলো একটি সমান্তরাল সুইচ বর্তনী
(iii) এর আউটপুট, ইনপুটগুলোর যৌক্তিক যোগের সমান
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

21. **[Ans: a]**


উপরের বর্তনীটি কোন gate নির্দেশ করে?
(a) NOT gate (b) NOR gate
(c) AND gate (d) OR gate

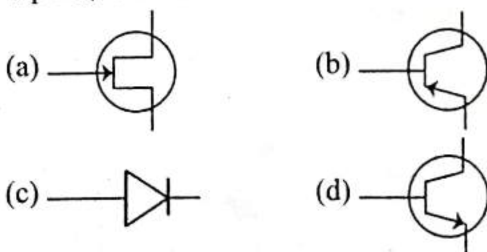
22. নিচের কোনটি NOR gate এর প্রতীক? **[Ans: d]**


23. অর্ধপরিবাহীর ক্ষেত্রে– **[Ans: d]**
(i) পরিবহন ব্যান্ড প্রায় খালি থাকে
(ii) শক্তি ব্যবধান এর মান প্রায় 0.7 eV
(iii) তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে পরিবাহিতা বৃদ্ধি পায়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

24. নিচের বর্তনীটি কোন গেট নির্দেশ করে?

(a) NOR গেট (b) OR গেট
(c) AND গেট (d) NAND গেট
সমাধান: **(a)**; ইনপুট দুইটি A ও B হলে আউটপুট,
$y = \overline{\overline{(A+B)(A+B)}} = \overline{A+B}$

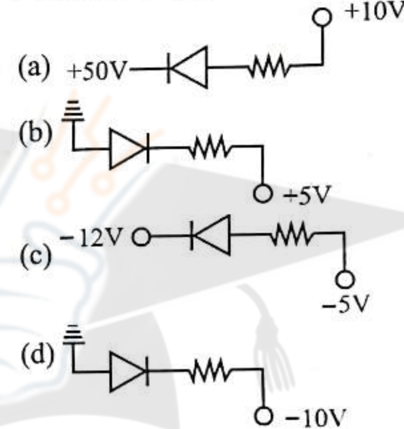
25. একটি ট্রানজিস্টরের ক্ষেত্রে $\alpha = 0.95$ এবং $I_E = 1mA$ হলে β কত হবে?
(a) 9 (b) 15 (c) 19 (d) 21
সমাধান: **(c)**; $I_C = I_E \times \alpha = 1 \times 0.95 = 0.95mA$;
$\beta = \frac{I_C}{I_B} = \frac{I_C}{I_E - I_C} = \frac{0.95}{1-0.95} = 19$

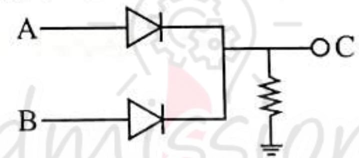
26. n-p-n ট্রানজিস্টরের প্রতীক- **[Ans: d]**


27. পরিবাহীতে যোজন ব্যান্ড এবং পরিবহন ব্যান্ডের মধ্যে শক্তি ফাঁক- **[Ans: c]**
(a) অনেক বেশি (b) বড় (c) শূন্য (d) ছোট

28. বাইনারি পদ্ধতিতে লজিক অবস্থা কয়টি? **[Ans: b]**
(a) একটি (b) দুইটি (c) তিনটি (d) চারটি

29. একটি ট্রানজিস্টরে $I_C = 5mA, I_B = 10\mu A$, α এর মান কত?
(a) 0.78 (b) 0.98 (c) 0.998 (d) 1.02
সমাধান: **(c)**; $\alpha = \frac{I_C}{I_E} = \frac{I_C}{I_C + I_B}$
$= \frac{5\times10^{-3}}{5\times10^{-3} + 10\times10^{-6}} = 0.998$

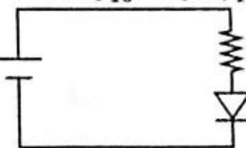
30. নিচের কোন ডায়োডটি বিপরীত মুখী বায়াস নির্দেশ করে? **[Ans: b]**


31. নিচের বর্তনীতে A এবং B ইনপুট এবং C আউটপুট দেখানো হলো। বর্তনীটি নির্দেশ করে- **[Ans: a]**


(a) OR গেট (b) NOR গেইট
(c) AND গেইট (d) NAND গেইট

32. ট্রানজিস্টরের ক্ষেত্রে $\alpha = 0.98$ হলে, $\beta = ?$
(a) 4.9 (b) 49 (c) 0.49 (d) 490
সমাধান: **(b)**; $\beta = \frac{\alpha}{1-\alpha} = 49$

33. $(1111)_2 = ?$
(a) $(15)_{10}$ (b) $(10)_{10}$ (c) $(11)_{10}$ (d) $(110)_2$
সমাধান: **(a)**; $(1111)_2 \rightarrow (1\times2^3 + 1\times2^2 + 1\times2^1 + 1\times2^0)_{10} = (15)_{10}$

34.


বর্তনীতে Diode এর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য 2V হলে বর্তনীতে প্রবাহিত কারেন্টের মান-
(a) 1A (b) 2A (c) 0.0133A (d) 0.3A
সমাধান: **(c)**; $I = \frac{E-V}{R} = \frac{10-2}{600} = 0.0133A$

35. p – type অর্ধপরিবাহী তৈরির জন্য জার্মেনিয়ামের সাথে যেটি ডোপায়ন করতে হয়- [Ans: d]
(a) ফসফরাস (b) এন্টিমনি (c) আর্সেনিক (d) ইন্ডিয়াম

36. কোনো p-n জাংশনে 0.1V বিভব পার্থক্য পরিবর্তনের জন্য আনুষঙ্গিক তড়িৎ প্রবাহের পরিবর্তন পাওয়া গেল 50mA. এর গতীয় রোধ কত?
(a) 0.2Ω (b) 2Ω (c) 2.5Ω (d) 3Ω
সমাধান: **(b)**; $R = \frac{\Delta V}{\Delta I} = \frac{0.1}{50 \times 10^{-3}} = 2\Omega$

37. গেটের ক্ষেত্রে- [Ans: a]
(i) শুধু NAND gate দিয়ে NOR গেট তৈরি করা যায়
(ii) শুধু NOR gate দিয়ে NAND গেট তৈরি করা যায়
(iii) শুধু OR gate দিয়ে NOR গেট তৈরি করা যায়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

38. ট্রানজিস্টরের সবচেয়ে কম ডোপায়িত অঞ্চল– [Ans: b]
(a) ইমিটার (b) বেস (c) কালেক্টর (d) ড্রেন

39. নিচের কোন gate- কে সার্বজনীন গেট বলা হয়- [Ans: d]
(a) AND ও NOR (b) OR ও NOT
(c) X-OR ও NAND (d) NOR ও NAND

40. নিচের কোনটি বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহকের পরিবাহিতা বৃদ্ধির উপায়- [Ans: c]
(a) আয়তন পরিবর্তন (b) উপাদান কমবেশি
(c) ভেজাল মিশ্রিতকরণ (d) ঘনত্ব পরিবর্তন

41. বহির্জাত অর্ধপরিবাহীতে তড়িৎ প্রবাহিত হয়– [Ans: c]
(i) হোলের মাধ্যমে (ii) মুক্ত ইলেকট্রনের মাধ্যমে
(iii) যোজন ইলেকট্রনের মাধ্যমে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) ii (c) i, ii (d) i, ii, iii

42. $(0.101)_2$ সংখ্যার সমতুল্য দশমিক সংখ্যা –
(a) 0.425 (b) 0.625 (c) 0.725 (d) 0.825
সমাধান: **(b)**; $(0.101)_2 = 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-3} = 0.625$

43. অ্যামপ্লিফায়ার হিসেবে ব্যবহৃত হয়- [Ans: c]
(a) ডায়োড (b) ট্রায়োড (c) ট্রানজিস্টর (d) LED

44. $(6BF)_{16} = (?)_{10}$
(a) $(2717)_{10}$ (b) $(1727)_{10}$
(c) $(1277)_{10}$ (d) $(7172)_{10}$
সমাধান: **(b)**; $(6BF)_{16} = 6 \times 16^2 + 11 \times 16 + 15 = (1727)_{10}$

45. নিচের কোনটি AND Gate এর বুলিয়ান সমীকরণ? [Ans: d]
(a) $X = A + B$ (b) $\overline{X} = A + B$
(c) $X = A \pm B$ (d) $X = AB$

46. নিচের কোনটি p – n – p ট্রানজিস্টরের প্রতীক? [Ans: b]
(a) B C E (b) B C E
(c) B C E (d) B C E

47. কোন গেইটের সকল ইনপুট 1 হলে আউটপুট 1 হয়? [Ans: d]
(a) NAND (b) NOT (c) X – OR (d) AND

জ্ঞানমূলক সৃজনশীল প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

◆ CQ: বিগত বছরসমূহের বোর্ড পরীক্ষার জ্ঞানমূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. সত্যক সারণি কী? [DB'22; RB'22]
উত্তর: ইনপুট ও আউটপুট এর সম্ভাব্য মান এর সম্পর্ককে যে সারণি দ্বারা প্রকাশ করা হয় তাকেই সত্যক সারণি বলে।

02. NAND গেইট কী? [DB'22; BB'21]
উত্তর: যে বিশেষ লজিক গেইটের সবগুলো ইনপুটের মান 0 হলে আউটপুট 1 হয় এবং অন্যথায় আউটপুট 0 হয় তাকে NAND গেইট বলে।

03. ডোপিং কী?
[RB'22; Ctg.B'22; JB'22; SB'21; CB'21; Ctg.B'19; Ctg.B'17; JB'16; JB'15; BB'15]
উত্তর: যদি কোনো বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহীর সঙ্গে কোনো নির্দিষ্ট অপদ্রব্যের খুব সামান্য অংশমাত্র মিশানো হয় তবে এর রোধ অনেক গুণ কমে যায়। এ ধরনের মিশ্রণকে ডোপিং বলে।

04. ব্যান্ড তত্ত্ব কী? [SB'22]
উত্তর: যোজন ব্যান্ড ও পরিবহন ব্যান্ডের মধ্যে যে নিষিদ্ধ শক্তি ব্যবধান থাকে তার উপর ভিত্তি করে কঠিন পদার্থকে পরিবাহী, অর্ধপরিবাহী ও অন্তরক হিসেবে বিভক্ত করা হয়। যে তত্ত্বের সাহায্যে পদার্থের বিদ্যুৎ পরিবাহী ধর্ম বর্ণনা করা হয় তাকে ব্যান্ড তত্ত্ব বলে।

05. দাতা পরমাণু কাকে বলে? [Din.B'22]
উত্তর: বন্ধন গঠনের সময় যে সকল পরমাণু ইলেকট্রন দান করে, তাদেরকে দাতা পরমাণু বলে।

06. মুক্ত ইলেকট্রন কী? [RB'21]
উত্তর: সুপরিবাহী পদার্থের ক্ষেত্রে পরমাণুর অসম্পূর্ণ বাইরের কক্ষপথের যোজন ইলেকট্রন এক পরমাণু থেকে অন্য পরমাণুতে স্বাধীনভাবে চলাচল করতে পারে। এদেরকেই মুক্ত ইলেকট্রন বলে।

07. ডিপ্লেশন স্তর কী? [RB'21]
উত্তর: p-n সংযোগের দুইপাশে যে সরু স্তর ধনাত্মক ও ঋণাত্মক আধানকে পৃথক করে রাখে, যেখানে গতিশীল আধান নিঃশেষ হয়ে যায় এবং কোনো গতিশীল আধান বাহকের অস্তিত্ব থাকে না তাকে ডিপ্লেশন স্তর বলে।

08. সম্মুখ বায়াস বলতে কী বুঝ? [SB'21]
উত্তর: যখন জাংশনে এমনভাবে বহিঃস্থ ভোল্টের প্রয়োগ করা হয় যাতে এটি বিভব প্রাচীর হ্রাস করে তড়িৎ প্রবাহ চালু করে তখন একে সম্মুখ বায়াস বলে।

09. যুক্তি বর্তনী কী? [BB'21]
অথবা, লজিক গেট কাকে বলে? [CB'21; Din.B'21]
উত্তর: যে সমস্ত ডিজিটাল ইলেকট্রনিক সার্কিট এক বা একাধিক ইনপুট গ্রহণ করে এবং একটিমাত্র আউটপুট প্রদান করে এবং যুক্তিভিত্তিক সংকেতের প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করে তাদেরকে যুক্তি বর্তনী বা লজিক গেট বলে।

10. রেকটিফায়ার কী? [JB'21; CB'17]
উত্তর: যে বর্তনীর সাহায্যে পরিবর্তী প্রবাহকে একমুখী প্রবাহে পরিবর্তন করা হয় তাকে একমুখীকারক বা রেকটিফায়ার বলে।

11. বাইনারি কোড কী? [JB'21]
উত্তর: যে কোড বা সংখ্যা পদ্ধতিতে 0 ও 1 এই দুইটি মাত্র অঙ্ক ব্যবহৃত হয় তাকে বাইনারি কোড বলে।

12. পরিবহন ব্যান্ড কাকে বলে? [Din.B'21]
অথবা, শক্তি ব্যান্ড কী? [MB'22]
উত্তর: পরমাণুতে অবস্থিত মুক্ত যোজন ইলেকট্রন তড়িৎ পরিবহনে অংশগ্রহণ করে বলে এদেরকে পরিবহন ইলেকট্রন বলে। পরিবহন ইলেকট্রনগুলোর শক্তির পাল্লা বা ব্যান্ডকে পরিবহন বা শক্তি ব্যান্ড বলে।

13. **p-n** জাংশন কাকে বলে? [MB'21]
উত্তর: একটি p-টাইপ ও একটি n-টাইপ অর্ধপরিবাহীকে বিশেষ ব্যবস্থাধীনে সংযুক্ত করলে সংযোগ পৃষ্ঠকে p-n জাংশন বলে।

14. **Break down voltage** কাকে বলে? [RB'19; Din.B'15]
উত্তর: বিপরীত বায়াস ভোল্টেজ বৃদ্ধি করে একটি ক্রান্তি মানে পৌঁছালে দেখা যায় যে, বিপরীত কারেন্ট হঠাৎ করে অনেকগুণ বেড়ে যায়। এই সময় p-n জাংশনের রোধ সম্পূর্ণরূপে ভেঙ্গে যায়। এই বিশেষ ভোল্টেজকে বলা হয় ব্রেকডাউন ভোল্টেজ।

15. বহির্জাত অর্ধপরিবাহী কাকে বলে? [BB'19; Ctg.B'17]
উত্তর: যে সকল অর্ধপরিবাহীতে ইচ্ছাকৃতভাবে সামান্য পরিমাণ বিশেষ ধরনের অপদ্রব্য মিশানো থাকে, তাদেরকে বহির্জাত অর্ধপরিবাহী বলে।

16. অর্ধপরিবাহীর সংজ্ঞা দাও। [JB'19]
উত্তর: যে সমস্ত পদার্থের তড়িৎ পরিবাহিতা পরিবাহী ও অন্তরকের মাঝামাঝি, সেগুলোকে অর্ধপরিবাহী পদার্থ বলে।

17. ডিজিটাল ভোল্টেজ সংকেত কী? [Din.B'19]
উত্তর: ডিজিটাল ভোল্টেজ সংকেত হচ্ছে ভোল্টেজের যে কোনো সম্ভাব্য মান বিবেচনা না করে শুধুমাত্র সুনির্ধারিত কিছু মান গ্রহণ করে প্রাপ্ত সংকেত।

18. হেক্সাডেসিমেল সংখ্যা পদ্ধতি কী? [DB'17]
উত্তর: যে সংখ্যা পদ্ধতির বেস 16 তাকে হেক্সাডেসিমেল সংখ্যা পদ্ধতি বলে।

19. **p-type** অর্ধপরিবাহী কী? [RB'17; RB'15]
উত্তর: কোনো বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহীতে সামান্য পরিমাণে ত্রিযোজী মৌল অপদ্রব্য হিসেবে মেশানো হলে তাকে p−type অর্ধপরিবাহী বলে।

20. লিকেজ প্রবাহ কাকে বলে? [BB'17]
উত্তর: বিমুখী ঝোঁকের ক্ষেত্রে সংযোগ দেওয়ার পর জংশনের বিভব বাধা বহুলাংশে বৃদ্ধি পায়। ফলে সঙ্গত কারণে কোনো তড়িৎ প্রবাহ হওয়ার কথা নয়। কিন্তু p-টাইপ এর লঘিষ্ঠ আধান বাহক ইলেকট্রন এবং n- টাইপ এর লঘিষ্ঠ আধান বাহক হোল এর জন্য খুবই সামান্য তড়িৎ প্রবাহ দেখা যায়। প্রযুক্ত বিভব বৃদ্ধি করলেও এই প্রবাহের মান প্রায় একই থাকে। এই প্রবাহকে বিমুখী সম্পৃক্ত প্রবাহ বা লিকেজ প্রবাহ বলে।

21. ট্রানজিস্টর কী ? [Din.B'17]
উত্তর: তিন প্রান্তবিশিষ্ট যে ক্ষুদ্র অর্ধপরিবাহী যন্ত্রে বহির্মুখী প্রবাহ, ভোল্টেজ এবং ক্ষমতা অন্তর্মুখী প্রবাহ দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হয় তাকে ট্রানজিস্টর বলে।

CQ: সম্ভাব্য জ্ঞানমূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. জেনার ভোল্টেজ কী?
উত্তর: বিপরীত বায়াস ভোল্টেজ বৃদ্ধি করে একটি ক্রান্তি মানে পৌঁছালে দেখা যায় যে, বিপরীত কারেন্ট হঠাৎ অনেকগুণ বেড়ে যায়। যে মানের ভোল্টেজ এর কারণে এরূপ হয় তাকে জেনার ভোল্টেজ বলে।

02. নিষিদ্ধ ব্যান্ড কাকে বলে?
উত্তর: যোজ্যতা ব্যান্ড ও পরিবহন ব্যান্ডের মাঝখানের অঞ্চলে কোনো ইলেকট্রন থাকতে পারে না। এই অঞ্চলকে নিষিদ্ধ অঞ্চল (forbidden region) বলে এবং এই দুটি শক্তি ব্যান্ডের মধ্যবর্তী শক্তি ব্যবধানকে নিষিদ্ধ শক্তি ব্যবধান (forbidden energy gap) বা নিষিদ্ধ ব্যান্ড বলা হয়।

03. ডোপ্যান্ট কী?

উত্তর: অর্ধপরিবাহীর সাথে মিশ্রিত অপদ্রব্যকে ডোপ্যান্ট বলে।

04. বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহী কাকে বলে?

উত্তর: যেসব অর্ধপরিবাহী কোনো একটি নির্দিষ্ট মৌলিক পদার্থ দিয়ে গঠিত তাকে বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহী বলে।

05. রেকটিফিকেশন কী?

উত্তর: যে পদ্ধতিতে পরিবর্তী প্রবাহকে একমুখী প্রবাহে পরিবর্তন করা হয় তাকে রেকটিফিকেশন বলে।

অনুধাবনমূলক সৃজনশীল প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

◆ **CQ: বিগত বছরসমূহের বোর্ড পরীক্ষার অনুধাবনমূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর**

01. **ডায়োডের জেনার ক্রিয়া ব্যাখ্যা কর।** **[DB'22]**

উত্তর: বিপরীত বায়াস ভোল্টেজ বৃদ্ধি করে একটি ক্রান্তি মানে পৌঁছালে দেখা যায় যে, বিপরীত কারেন্ট হঠাৎ করে অনেকগুণ বেড়ে গেছে। এই সময় p-n জাংশনের রোধ সম্পূর্ণরূপে ভেঙ্গে যায় বা জাংশনের বিভব বাধা একেবারে বিলুপ্ত হয়ে গেছে বলে মনে হয়। তাই এই বিশেষ ভোল্টেজকে বলা হয় 'ব্রেকডাউন ভোল্টেজ'। ব্রেকডাউন ভোল্টেজে পৌঁছে গেলে সাধারণত জাংশন ডায়োডের কার্যক্ষমতা বিনষ্ট হয়ে যেতে পারে। এই অবস্থায় ডায়োড পরিবাহীর ন্যায় আচরণ করে। এই ক্রিয়াকে জেনার ক্রিয়া বলে। বিজ্ঞানী মি. জেনার এই ক্রিয়া প্রথম লক্ষ করেন।

02. **ডায়োডের সম্মুখী ঝোঁক বলতে কী বুঝ?** **[Ctg.B'22]**

উত্তর: ডায়োডের দুই প্রান্তে যদি ব্যাটারি দিয়ে এমনভাবে বিভব প্রয়োগ করা হয় যেন বিভব প্রাচীরের প্রস্থ হ্রাস পায় তবে তাকে সম্মুখী ঝোঁক বলে। p – n জাংশন ডায়োডের ক্ষেত্রে ব্যাটারির ধনাত্মক প্রান্ত ডায়োডের p প্রান্তে এবং ঋণাত্মক প্রান্ত ডায়োডের n প্রান্তে সংযোগের মাধ্যমে সম্মুখ ঝোঁক প্রয়োগ করা হয়। সম্মুখী ঝোঁকে থাকা অবস্থায় বিভবের একটি নির্দিষ্ট মান অতিক্রম করা মাত্র ডায়োডের মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহের মান প্রথমে সূচকীয়ভাবে এবং পরবর্তীতে সমানুপাতে বৃদ্ধি পেতে থাকে।

03. **ডোপিং কীভাবে অর্ধপরিবাহীর তড়িৎ পরিবাহিতাকে প্রভাবিত করে ব্যাখ্যা কর।** **[SB'22; JB'19]**

উত্তর: বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহীর সাথে যথোপযুক্ত কোনো অপদ্রব্য খুব সামান্য পরিমাণ (প্রায় দশ কোটি ভাগের এক ভাগ) সুনিয়ন্ত্রিত উপায়ে মেশানো হলে অর্ধপরিবাহীর রোধ অনেকগুণ কমে যায়। এ ধরনের মিশ্রণ প্রক্রিয়ায় বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহীকে অবিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহীতে পরিণত করাকে ডোপিং বলে। ডোপিত মৌলের প্রকৃতি থেকে নির্ধারিত হয় অর্ধপরিবাহীটি p(positive) টাইপ না n (negative) টাইপ হবে। p টাইপ অর্ধপরিবাহী হলে সেটিতে e^- এর ঘাটতি হবে, ফলে হোলের মাধ্যমে তড়িৎ পরিবহন হবে। n টাইপ অর্ধপরিবাহী হলে সেটিতে e^- বেশি থাকবে, যার দ্বারা তড়িৎ পরিবহন হবে। এভাবে ডোপিং অর্ধ-পরিবাহীর তড়িৎ পরিবাহিতাকে প্রভাবিত করে।

04. **p-n জাংশন ডায়োডের ডিপ্লেশন লেয়ার চার্জ নিরপেক্ষ—ব্যাখ্যা কর।** **[JB'22; Din.B'16]**

উত্তর: জাংশন ডায়োড p-n জাংশন সৃষ্টির সাথে সাথে p অঞ্চলে হোলের সংখ্যা n- অঞ্চলের হোলের সংখ্যার চেয়ে অনেক বেশি হলে ব্যাপনের নিয়ম অনুযায়ী p-অঞ্চলের হোলগুলো n-অঞ্চলে যেতে চেষ্টা করে যাতে p ও n অঞ্চলের সর্বত্র হোলের সংখ্যা ঘনত্ব সমান হয়। একইভাবে n- অঞ্চল থেকে কিছু ইলেকট্রন p-অঞ্চলে যেতে চেষ্টা করে।

p- অঞ্চল হতে হোলগুলো n-অঞ্চলে প্রবেশ করে n-অঞ্চলের মুক্ত ইলেকট্রনের সাথে মিলিত হয়ে তড়িৎ নিরপেক্ষ হয় ফলে সমসংখ্যক ধনাত্মক দাতা আয়ন উন্মুক্ত হয়। আবার n- অঞ্চল হতে একই প্রক্রিয়ায় মুক্ত ইলেকট্রনগুলো p-অঞ্চলে প্রবেশ করে। ফলে p- অঞ্চলে কিছু ঋণাত্মক আয়ন এবং n- অঞ্চলে কিছু ধনাত্মক আয়নের উদ্ভব হয়। এভাবে যথেষ্ট সংখ্যক গ্রাহক ও দাতা আয়ন উন্মুক্ত হওয়ার পর ব্যাপন প্রক্রিয়া বাধাগ্রস্ত হবে। এখন n- অঞ্চলের ধনাত্মক চার্জ p-অঞ্চল থেকে হোলের আগমন এবং p অঞ্চলের ঋণাত্মক চার্জ n-অঞ্চল থেকে ইলেকট্রনের আগমনকে বাধা দিবে। ফলে সংযোগস্থলে একটা বিভব প্রাচীরের উদ্ভব হয় যাকে নিঃশেষিত স্তর বা ডিপ্লেশন লেয়ার বলে। তাই ডায়োডের ডিপ্লেশন লেয়ার চার্জ নিরপেক্ষ।

05. **"Knee Voltage" এর মান 0.7 V বলতে কী বুঝ?** **[Din.B'22]**

উত্তর: Knee voltage 0.7V বলতে বোঝায় যে, সম্মুখী ঝোঁকের ক্ষেত্রে p-n জাংশন ডায়োডে 0.7V বিভব পার্থক্য প্রয়োগ করা হলেই প্রবাহমাত্রা সূচকীয়ভাবে দ্রুত বাড়তে শুরু করে । এর আগ পর্যন্ত বর্তনীতে তেমন প্রবাহ হয় না।

06. **P-type অর্ধপরিবাহকে সংখ্যাগরিষ্ঠ বাহক হোল কেন?** **[MB'22]**

উত্তর: P-টাইপ অর্ধপরিবাহী তৈরির জন্য 3 যোজী মৌল, যেমন- Aluminium দিয়ে ডোপিং করা হয়। ফলে 3 টি যোজনী ইলেকট্রন, Si/Ge এর 3টি যোজন e^- এর সাথে সমযোজী বন্ধন গঠন করে। কিন্তু Si/Ge এর চতুর্থ e^- বন্ধন তৈরি করতে পারে না। ফলে Al পরমাণুতে e^- ঘাটতির কারণে একটি হোল এর সৃষ্টি হয়। এই হোলগুলোই P-type অর্ধপরিবাহীতে মুখ্য বাহক হিসেবে কাজ করে। কারণ এক্ষেত্রে হোলগুলি e^- গ্রহণে উদগ্রীব থাকে।

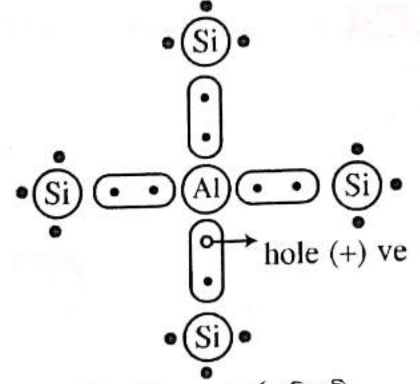


Fig: P-type অর্ধ পরিবাহী

07. **ডোপিংকৃত অর্ধপরিবাহক তড়িৎ নিরপেক্ষ কিনা ব্যাখ্যা কর।** **[DB'21]**

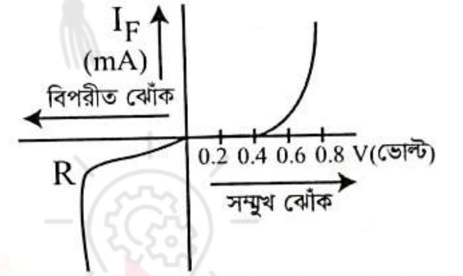
উত্তর: বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহীর সাথে সামান্য পরিমাণ অপদ্রব্য মিশ্রিত করার প্রক্রিয়াকে বলে ডোপিং। ডোপিং এর জন্য ত্রিযোজী মৌল যেমন-অ্যালুমিনিয়াম (Al) অথবা পঞ্চযোজী মৌল যেমন আর্সেনিক (As), ফসফরাস (P) মেশানো হয়। তবে কোনো আয়ন যোগ করা হয় না। তাই সামগ্রিক ধনাত্মক চার্জ এবং ঋণাত্মক চার্জ সমান থাকে। তাই ডোপিংকৃত অর্ধপরিবাহক তড়িৎ নিরপেক্ষ।

08. **তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে অর্ধপরিবাহীর রোধের কী পরিবর্তন ঘটে? ব্যাখ্যা কর।** **[DB'21; CB'19]**

উত্তর: অর্ধপরিবাহীর কেলাসকে যদি উত্তপ্ত করা হয় অর্থাৎ তাপমাত্রা বাড়ানো হয় তবে সে খুব দ্রুত তার রোধ হারায়, পরিবাহিতা বাড়তে থাকে। অর্থাৎ তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে অর্ধপরিবাহীর রোধ কমতে থাকে তবে একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রা পর্যন্ত।

09. **PN-জাংশনে I-V লেখচিত্র মূল বিন্দুগামী সরল রেখা হয় কি? ব্যাখ্যা কর।** **[DB'21]**

উত্তর: PN জাংশনে I-V লেখচিত্র মূলবিন্দুগামী সরলরেখা হয় না। প্রথমত সম্মুখ ঝোঁকে V_F বৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গেই কারেন্ট বৃদ্ধি পায় না। অপারেটিং ভোল্টেজ অতিক্রমের পর সূচকীয়ভাবে বাড়ে। এরপর লেখচিত্র খাড়াভাবে উপরে উঠে। তাই লেখচিত্রটি মূলবিন্দুগামী সরলরেখা হয় না।



10. **হোল কীভাবে তড়িৎ পরিবহন করে? ব্যাখ্যা কর।** **[RB'21; CB'17]**

উত্তর: হোল হলো কোনো কঠিন পদার্থের ল্যাটিস কাঠামোতে ইলেকট্রনের খালি করা অবস্থান যা চলমান ধনাত্মক আধান বাহক হিসেবে আচরণ করে। কোনো সেমিকন্ডাক্টর পদার্থের কোনো কক্ষে স্থায়ী ঘূর্ণায়মান ইলেকট্রন কোনো কারণে মুক্ত হয়ে গেলে সেখানে শূন্যতার সৃষ্টি হয়। এর নামই হোল। অন্য কোনো কক্ষ থেকে ইলেকট্রন এসে এই শূন্যস্থান দখল করলে ইলেকট্রন প্রদানকারী কক্ষ আবার ইলেকট্রন শূন্য হয়ে পড়ে এবং হোলের সৃষ্টি হয়। ফলে তড়িৎ পরিবহন ঘটে।

11. **p-টাইপ অর্ধ-পরিবাহীতে ঋণাত্মক আধান বাহক থাকার কারণ অথবা আধান বাহক হোল ব্যাখ্যা কর।** **[RB'21]**

উত্তর: p-টাইপ অর্ধপরিবাহীতে অপদ্রব্য হিসেবে ত্রিযোজী মৌল মিশানো হয়। ফলে অর্ধপরিবাহীর তিনটি ইলেকট্রন সমযোজী বন্ধন তৈরি করলেও চতুর্থ ইলেকট্রন সমযোজী বন্ধন তৈরি করে না। কারণ অপদ্রব্য হিসেবে যে ত্রিযোজী মৌল মিশানো হয়েছিল তাতে একটি ইলেকট্রনের ঘাটতি আছে। এই ঘাটতি পরমাণুতে একটি ধনাত্মক হোল সৃষ্টি করে। আবার কিছু সংখ্যক যোজনী ইলেকট্রন পরিবহন ব্যান্ডে যাওয়ার শক্তি লাভ করে যা ঋণাত্মক আধান বাহক হিসেবে কাজ করে। এজন্য p-টাইপ অর্ধপরিবাহীতে দুই ধরনের আধান বাহকই বিদ্যমান তবে ধনাত্মক আধান বাহক মুখ্য ভূমিকা পালন করে।

12. **যে লজিক গেটের দুটি ইনপুট একই হলে আউটপুট শূন্য হয় তা ব্যাখ্যা কর।** **[Ctg.B'21]**

উত্তর: যে লজিক গেইটের দুটি ইনপুট একই হলে আউটপুট 0 হয় তা হলো XOR গেইট। $A\oplus B = A\bar{B} + \bar{A}B$।

XOR গেইটের সত্যক সারণি–

A	B	$Y = A\oplus B$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

এখানে দেখা যাচ্ছে যে, দুটি একই ইনপুটের জন্য XOR গেইটের আউটপুট সবসময় 0।

13. **পরিবাহী ও ডায়োডের I-V লেখচিত্রের কোনো পার্থক্য আছে কি? ব্যাখ্যা কর।** **[Ctg.B'21]**

উত্তর: পরিবাহী ও ডায়োডের I-V লেখচিত্রের মধ্যে পার্থক্য বিদ্যমান। পরিবাহীর I-V লেখচিত্র সাধারণত সরলরেখা প্রকৃতির হলেও ডায়োডে তা হয় না। পরিবাহীর I-V গ্রাফের ঢাল সর্বত্র সমান কিন্তু ডায়োডের I-V গ্রাফের ঢাল পরিবর্তনশীল। পরিবাহীর I-V গ্রাফ থেকে এর ঢালের বিপরীত মান রোধ নির্দেশ করে যা ধ্রুবক কিন্তু ডায়োডের I-V গ্রাফের ঢালের বিপরীত মান গতীয় রোধকে নির্দেশ করে যা পরিবর্তনশীল।

14. **বাইনারি নম্বর পদ্ধতির প্রয়োজনীয়তা ব্যাখ্যা কর।** **[SB'21]**

উত্তর: বাইনারি পদ্ধতি হলো সরলতম গণনা পদ্ধতি। বাইনারি পদ্ধতিতে 0 ও 1 এই দুইটি অঙ্ক ব্যবহৃত হয় যা কম্পিউটার বা ইলেকট্রনিক যন্ত্র সহজেই অনুধাবন করতে পারে। এছাড়া বাইনারি সংকেতকে খুব সহজে ইলেকট্রনিক সিগন্যালের সাহায্যে প্রকাশ করা যায়। বাইনারি সিস্টেমে মাত্র ২ টি লজিক লেভেল থাকায় ইলেকট্রনিক সার্কিট ডিজাইন করা অপেক্ষাকৃত সহজতর। এ কারণে কম্পিউটার ডিজাইনে বাইনারি পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়।

15. **অর্ধ- পরিবাহীর ক্ষেত্রে রোধের পরিবর্তন তাপমাত্রার আলোকে ব্যাখ্যা কর।** **[SB'21]**

উত্তর: সাধারণ তাপমাত্রায় অর্ধপরিবাহী পদার্থ অন্তরক বা অপরিবাহীর ন্যায় কাজ করে। তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে অর্ধপরিবাহীর রোধ খুব দ্রুত হ্রাস পায়। আবার তাপমাত্রা হ্রাস করলে অর্ধপরিবাহীর রোধ বৃদ্ধি পায়। পরম শূন্য তাপমাত্রায় কুপরিবাহীর মতো আচরণ করে।

16. **p-n জাংশন ডায়োডে বিমুখী ঝোঁক প্রদান করলে নিঃশেষিত স্তর বৃদ্ধি পায়- ব্যাখ্যা কর।** **[BB'21]**

উত্তর: ভোল্টেজ যদি বিপরীত অভিমুখে প্রয়োগ করা হয় অর্থাৎ কোষের ধনাত্মক প্রান্ত n-টাইপ ও ঋণাত্মক প্রান্ত p- টাইপের সাথে সংযুক্ত করা হলে বিমুখী ঝোঁক পাওয়া যায়। এক্ষেত্রে n-টাইপ অংশের মুক্ত ইলেকট্রন কোষের ধনাত্মক প্রান্তের আকর্ষণের ফলে n-টাইপ অংশেই থেকে যাবে। জাংশন পার হয়ে কিছুতেই p-টাইপে যেতে পারবে না। p- টাইপের হোল p- টাইপেই থেকে যাবে। ফলে নিঃশেষিত স্তরের প্রশস্ততা বৃদ্ধি পায়।

17. **সম্মুখী ঝোঁক ব্যবস্থায় প্রবাহ কেন বৃদ্ধি পায়?** **[BB'21]**

উত্তর: সম্মুখী ঝোঁক ব্যবস্থায় ভোল্টেজ এমনভাবে প্রয়োগ করা হয় যে কোষের ধনাত্মক প্রান্ত p- টাইপ ও ঋণাত্মক প্রান্ত n- টাইপ বস্তুর সাথে সংযুক্ত হয়। এক্ষেত্রে কোষের ধনাত্মক প্রান্ত ইলেকট্রনগুলোকে বামে অর্থাৎ p- টাইপ বস্তুর দিকে এবং ঋণাত্মক প্রান্ত হোলগুলোকে ডানে অর্থাৎ n- টাইপ বস্তুতে প্রবেশ করে। ফলে ডিপ্লেশন লেয়ার সংকুচিত হয় এবং p-n জাংশন ও বহিঃস্থ বর্তনীতে তড়িৎ প্রবাহ চলবে। তাই সম্মুখী ঝোঁকে প্রবাহ বৃদ্ধি পায়।

18. **P-N জাংশন এ ডিপ্লেশন স্তর কীভাবে সৃষ্টি হয়?** **[JB'21]**

উত্তর: p-n জাংশনে যখন n- টাইপ অঞ্চল ও p- টাইপ অঞ্চল যুক্ত হয় তখন n এর ইলেকট্রনগুলো p এর হোল দ্বারা আকৃষ্ট হয়ে সংযোগস্থলের দিকে ছুটে যায়, ফলে সংযোগস্থলে মিলিত হয়ে নিরপেক্ষ হয়ে যায়। n- টাইপের যে পরমাণু থেকে ইলেকট্রন জাংশনের দিকে ছুটে যায় সেটি ধনাত্মক এবং p- টাইপের যে পরমাণু থেকে হোল ছুটে আসে সেটি ঋণাত্মক আয়নে পরিণত হয়। পরবর্তীতে ছুটে আসা ইলেকট্রন ও হোল এই ঋণাত্মক ও ধনাত্মক আয়ন দ্বারা বিকর্ষিত হয় এবং সংযোগস্থলে পাতলা পর্দার মত ডিপ্লেশন স্তর সৃষ্টি হয়।

19. **অর্ধতরঙ্গ একমুখীকরণ প্রক্রিয়ায় কেন আউটপুটে পূর্ণ তরঙ্গ পাওয়া যায় না- ব্যাখ্যা কর।** **[JB'21]**

উত্তর: অর্ধতরঙ্গ একমুখীকরণ প্রক্রিয়ায় ইনপুট তথা তরঙ্গের ধনাত্মক অর্ধচক্রের জন্য ডায়োডগুলো সম্মুখ ঝোঁক প্রাপ্ত হলেও ঋণাত্মক অর্ধচক্রের জন্য বিপরীত ঝোঁক প্রাপ্ত হয়। ফলে ঋণাত্মক অর্ধচক্রের জন্য কোনো আউটপুট পাওয়া যায় না। এজন্য আউটপুট হিসেবে পূর্ণতরঙ্গ পাওয়া যায় না।

20. **অর্ধ-পরিবাহী ডায়োড ওহমের সূত্র মেনে চলে কি-না – ব্যাখ্যা কর।** **[CB'21]**

উত্তর: ডায়োডে বিমুখী ঝোঁকের ক্ষেত্রে সংযোগ দেবার পর জাংশনের বিভব বাধা বহুলাংশে বৃদ্ধি পায়, ফলে সংগত কারণে তড়িৎ প্রবাহ হয় না। বিমুখী ভোল্টেজ ক্রমাগত বাড়াতে থাকলে এক সময় হঠাৎ বিপুল পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহ পাওয়া যায়, যেন মনে হয়, p-n জাংশনের বিভব বাধা একেবারে বিলুপ্ত হয়ে গেছে। তাই অর্ধপরিবাহী ডায়োড ওহমের সূত্র মানে না।

21. **ট্রানজিস্টর কীভাবে সুইচ হিসেবে কাজ করে- ব্যাখ্যা কর।** **[CB'21]**

উত্তর: অ্যাম্প্লিফিকেশনের মাধ্যমে ট্রানজিস্টরকে সুইচ হিসেবে ব্যবহার করা যায়। ট্রানজিস্টরের বেইজে অল্প কারেন্ট দিয়ে Emitter এবং Collector এর মধ্যদিয়ে বেশি কারেন্ট প্রবাহ করা যায়। কারেন্টের এই অ্যাম্প্লিফিকেশনকে একটি রেজিস্টর দিয়ে ভোল্টেজের অ্যাম্প্লিফিকেশনে পরিবর্তন করা যায়।

22. ব্যান্ড তত্ত্বের আলোকে অন্তরক পদার্থ ব্যাখ্যা কর। [Din.B'21]

উত্তর: যে সকল পদার্থের মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ চলতে পারে না তাদেরকে অপরিবাহী বলে, যেমন- কাঁচ, কাঠ ইত্যাদি। অপরিবাহীতে যোজন ব্যান্ড ইলেকট্রন দ্বারা আংশিক পূর্ণ থাকে এবং পরিবহন ব্যান্ড ফাঁকা থাকে। এছাড়া যোজন ব্যান্ড ও পরিবহন ব্যান্ডের মধ্যবর্তী শক্তি ব্যবধান অনেক বেশি, 6 eV থেকে 15 eV এর মতো। তাই সাধারণ তাপমাত্রায় অপরিবাহীর ভেতর দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ চলে না।

23. p- টাইপ অর্ধ-পরিবাহীর চার্জ নিরপেক্ষতা ব্যাখ্যা কর। [Din.B'21]

উত্তর: বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহীতে প্রোটন ও ইলেকট্রন সমান। এর মধ্যে যে ত্রিযোজী পদার্থের পরমাণুসমূহ যোগ করা হয় সেগুলোতেও প্রোটন ও ইলেকট্রন সংখ্যা সমান। p টাইপ অর্ধপরিবাহীতে হোলসমূহ ইলেকট্রন গ্রহণ করে এবং যে পরমাণু হতে এই ইলেকট্রন সংগৃহীত হয় সেটিতে হোলের সৃষ্টি হয়। অতএব, p-টাইপের কেলাসে মোট ধনাত্মক ও ঋণাত্মক আধান সমান। তাই p- টাইপ অর্ধপরিবাহী তড়িৎ নিরপেক্ষ।

24. পূর্ণতরঙ্গ ব্রিজ রেকটিফায়ারে চারটি ডায়োড ব্যবহার করা হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। [MB'21]

উত্তর: পূর্ণতরঙ্গ ব্রিজ রেকটিফায়ার চারটি ডায়োড ব্যবহৃত হয় যেন তরঙ্গ ধনাত্মক ও ঋণাত্মক উভয় অর্ধচক্রের জন্য আউটপুট পাওয়া যায়। রেকটিফায়ারে ২টি ডায়োড ধনাত্মক অর্ধচক্রের সময় Forward bias এ বিদ্যমান এবং অপর ২টি ডায়োড ঋণাত্মক অর্ধচক্রের ক্ষেত্রে Forward bias এ থাকে ফলে সম্পূর্ণ তরঙ্গকে আউটপুট হিসেবে পাওয়া যায়।

25. একটি ট্রানজিস্টরের বেস-এমিটার বায়াসিং কী রকম হওয়া উচিত? ব্যাখ্যা কর। [RB'19]

উত্তর: একটি ট্রানজিস্টর সাধারণত বিবর্ধক হিসেবে কিংবা সুইচ হিসেবে ব্যবহৃত হয়। বিবর্ধক হিসেবে ব্যবহার করতে হলে বেস-এমিটার এর বায়াসিং ফরোয়ার্ড বা সম্মুখী এবং সুইচ হিসেবে ব্যবহার করতে হলে এর বায়াসিং রিভার্স বা বিমুখী হতে হয়।

26. n-type অর্ধ-পরিবাহী ঋণাত্মক চার্জে চার্জিত কি না? ব্যাখ্যা কর। [RB'19]

অথবা, n-টাইপ অর্ধ-পরিবাহী তড়িৎ নিরপেক্ষ কিনা- ব্যাখ্যা কর। [BB'17]

উত্তর: n-টাইপ অর্ধপরিবাহকে তড়িৎপ্রবাহ হয় অতিরিক্ত ইলেকট্রনের জন্য। এই অতিরিক্ত ইলেকট্রন সরবরাহ করে দাতা অপদ্রব্য, এই অপদ্রব্য নিজে তড়িৎ নিরপেক্ষ। যখন অপদ্রব্য মেশানো হয় তখন যাকে অতিরিক্ত ইলেকট্রন বলা হয় প্রকৃতপক্ষে তা অর্ধপরিবাহক কেলাসে সহযোজী বন্ধন গঠনের জন্য প্রয়োজনীয় সংখ্যক ইলেকট্রনের অতিরিক্ত। এই অতিরিক্ত ইলেকট্রনই মুক্ত ইলেকট্রন এবং এরা অর্ধপরিবাহকের পরিবাহকত্ব বৃদ্ধি করে। n- টাইপ অর্ধপরিবাহক প্রকৃতপক্ষে তড়িৎ নিরপেক্ষ।

27. এনালগ পদ্ধতি এবং ডিজিটাল পদ্ধতি এক না ভিন্ন? ব্যাখ্যা কর। [Ctg.B'19]

উত্তর: এনালগ এবং ডিজিটাল পদ্ধতি ভিন্ন। এনালগ পদ্ধতিতে কোনো সিস্টেমের আউটপুটের সব মুহূর্তের যে কোনো মানকেই বিবেচনা করা হয়। পক্ষান্তরে, ডিজিটাল পদ্ধতিতে আউটপুটের নির্দিষ্ট সময় পর পর মানগুলো নেওয়া হয় এবং ঐ সব মুহূর্তের আউটপুটগুলোর প্রকৃত মান না নিয়ে তার নিকটবর্তী সুনির্ধারিত কিছু মান বিবেচনা করা হয়।

28. বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহীতে অপদ্রব্য মিশ্রিত করা হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। [BB'19; JB'16]

উত্তর: বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহীর বিদ্যুৎ পরিবাহিতা খুবই কম। তাই এর বিদ্যুৎ পরিবাহিতা প্রয়োজনীয় পরিমাণে বৃদ্ধি করতে বিশেষ ধরনের ত্রিযোজী বা পঞ্চযোজী মৌলকে অপদ্রব্য হিসেবে মিশ্রিত করা হয়। এতে অর্ধপরিবাহীতে অনেক মুক্ত ইলেকট্রন বা হোলের সৃষ্টি হয়, যেগুলো অর্ধপরিবাহীটির পরিবাহিতা বহুলাংশে বৃদ্ধি করে।

29. Reverse Bias-এ বিভব প্রাচীরের উচ্চতা বৃদ্ধি পায়-ব্যাখ্যা কর। [Din.B'19]

উত্তর: Reverse Bias এ ব্যাটারির ঋণাত্মক প্রান্ত p-n জাংশন ডায়োডের p টাইপ প্রান্তের সঙ্গে এবং ধনাত্মক প্রান্ত n টাইপ প্রান্তের সঙ্গে সংযুক্ত করা হয়।

আমরা জানি, p ও n টাইপ অর্ধপরিবাহীর সংখ্যাগুরু বাহক যথাক্রমে হোল ও ইলেক্ট্রন। p টাইপ অর্ধপরিবাহীর হোলগুলোর উপর ব্যাটারির ঋণাত্মক প্রান্ত কর্তৃক আর্কষণ বল এবং n টাইপের ইলেক্ট্রনের উপর ব্যাটারির ধনাত্মক প্রান্ত কর্তৃক আকর্ষণ বল প্রযুক্ত হওয়ায় সহজে p টাইপ হতে n টাইপে কিংবা n টাইপ হতে p টাইপে সংখ্যাগুরু বাহক প্রবাহিত হতে পারে না। ফলে জাংশনের প্রশস্ততা বৃদ্ধি পায় এবং বিভব প্রাচীরের উচ্চতা বৃদ্ধি পায়।

30. একটি ডিজিটাল ও একটি এনালগ সিগনাল অংকন করে দেখাও। [DB'17]

উত্তর: ডিজিটাল সিগনাল- ⎍⎍⎍⎍⎍ ; এনালগ সিগনাল- ∿∿∿∿

31. ডোপায়ন তড়িৎ প্রবাহে কী ভূমিকা রাখে–ব্যাখ্যা কর। [RB'17]

উত্তর: পরিবাহিতা বৃদ্ধির জন্য বিশুদ্ধ সেমিকন্ডাক্টরে অপদ্রব্য মেশানোকে ডোপায়ন বা ডোপিং বলে। বিশুদ্ধ চতুর্যোজী অর্ধপরিবাহীতে সাধারণ তাপমাত্রায় আধান বাহকের (মুক্ত ইলেকট্রন বা হোল) সংখ্যা অত্যন্ত কম থাকে। চতুর্যোজী অর্ধপরিবাহীতে পঞ্চযোজী পদার্থের দ্বারা ডোপিং করা হলে এতে প্রচুর মুক্ত ইলেকট্রনের উদ্ভব হয় এবং ত্রিযোজী পদার্থের দ্বারা ডোপিং করা হলে এতে প্রচুর হোলের উদ্ভব হয়। এতে অর্ধপরিবাহী পদার্থের তড়িৎ পরিবাহিতা বহুলাংশে বৃদ্ধি পায়।

32. ট্রানজিস্টর কি ডায়োড? ব্যাখ্যা কর। [BB'17]

উত্তর: দুটি n টাইপ পদার্থের মাঝে একটি p টাইপ পদার্থ অথবা দুটি p টাইপ পদার্থের মাঝে একটি n টাইপ পদার্থ স্থাপন করে ট্রানজিস্টর তৈরি করা হয়। অপরদিকে দুটি ভিন্ন অর্ধপরিবাহী পদার্থের টুকরা জোড়া লাগিয়ে ডায়োড তৈরি করা হয়। ডায়োড সাধারণত এসি বা ডিসি রেকটিফায়ার হিসেবে ব্যবহৃত হয়। অপরদিকে ট্রানজিস্টর বিবর্ধক বা অ্যাম্পলিফায়ার হিসেবে ব্যবহৃত হয়। সুতরাং বলা যায়, ট্রানজিস্টর ডায়োড নয়।

33. **n-p-n ট্রানজিস্টর p-n-p ট্রানজিস্টরের চেয়ে বেশি কার্যকর–ব্যাখ্যা কর।** [BB'17]

উত্তর: $n-p-n$ ট্রানজিস্টর, $p-n-p$ ট্রানজিস্টার চেয়ে বেশি কার্যকর। কারণ $n-p-n$ ট্রানজিস্টরের তড়িতের বাহক হলো ইলেকট্রন, আর $p-n-p$ ট্রানজিস্টরের তড়িতের বাহক হলো হোল। ইলেকট্রন, হোল অপেক্ষা অধিক দ্রুত তড়িৎ বাহক। তাই উচ্চ ফ্রিকুয়েন্সি বর্তনী বা কম্পিউটার বর্তনীতে $n-p-n$ ট্রানজিস্টর বেশি কার্যকর।

34. ট্রানজিস্টরে ডিসি বায়াসিং অবস্থায় বেস কারেন্ট খুব কম হয় কেন? [CB'17; JB'15]

উত্তর: ট্রানজিস্টরে ডিসি বায়াসিং অবস্থায় নিঃসারক বা সংগ্রাহকের তুলনায় পীঠে খুব সামান্য পরিমাণ প্রবাহ পাওয়া যায়। উদাহরণস্বরূপ একটি $n-p-n$ ট্রানজিস্টরে নিঃসারক পীঠ জাংশনকে সম্মুখী এবং সংগ্রাহক পীঠ জাংশনকে বিমুখী বায়াস করা হলে সম্মুখী বায়াস n অঞ্চলের ইলেকট্রনগুলোকে পীঠের দিকে প্রবাহিত করে ফলে নিঃসারক প্রবাহ হয়। ইলেকট্রনগুলো p টাইপ পীঠে প্রবেশের পর সেখানকার হোলের সাথে মিলতে চায়। কিন্তু পীঠ খুব পাতলা হওয়ার কারণে সামান্য কিছু ইলেকট্রন (প্রায় ৫%) হোল এর সাথে মিলিত হয়ে I_B সৃষ্টি করে। এ কারণেই ট্রানজিস্টরে ডিসি বায়াসিং অবস্থায় বেস কারেন্ট খুব কম হয়।

35. **n** শ্রেণীর অর্ধপরিবাহীতে সংখ্যাগরিষ্ঠ বাহক ইলেকট্রন কেন থাকে? [Din.B'17]

উত্তর: n–শ্রেণির অর্ধপরিবাহীতে সংখ্যাগরিষ্ঠ বাহক ইলেকট্রন; n শ্রেণির অর্ধপরিবাহীতে সামান্য পরিমাণে পঞ্চযোজী মৌল মেশানো হয়। মিশ্রিত পরমাণুর পাঁচটি যোজন ইলেকট্রনের মধ্যে চারটি অর্ধপরিবাহীর সাথে সমযোজী বন্ধনে আবদ্ধ হয় এবং একটি উদ্বৃত্ত থাকে। এই উদ্বৃত্ত ইলেকট্রনকে খুব সামান্য পরিমাণে শক্তি সরবরাহ করে মুক্ত করা যায় এবং এরাই অর্থপরিবাহীর পরিবাহিতা বৃদ্ধি করে। n শ্রেণির অর্ধপরিবাহিতে পরিবহন ঘটে প্রধানত ঋণাত্মক আধান বা ইলেকট্রনের জন্য। এজন্যই এতে গরিষ্ঠ বাহক ইলেকট্রন।

◆ CQ: সম্ভাব্য অনুধাবনমূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. **$(56)_{10}$ ও $(75)_8$ সংখ্যা দুটির মধ্যে কোনটি বৃহত্তর?**

উত্তর: এখানে, $(56)_{10}$ একটি দশমিক সংখ্যা এবং $(75)_8$ একটি অক্টাল সংখ্যা। এখন তুলনা করার জন্য দুটোকেই একই সংখ্যা পদ্ধতিতে আনতে হবে।

$(75)_8$ কে দশমিকে রূপান্তরের পদ্ধতি: $(75)_8 = 7 \times 8^1 + 5 \times 8^0 = (61)_{10} > (56)_{10} \therefore (75)_8, (56)_{10}$ হতে বড়।

02. হেক্সাডেসিমেল সংখ্যা পদ্ধতিতে সর্বোচ্চ চার বিট দরকার হয় কেন?

উত্তর: হেক্সাডেসিমেল এ 4 বিট ব্যবহার করা হয় কারণ হেক্সাডেসিমেল পদ্ধতিতে সর্বোচ্চ অংকটি হলো $(15)_{10}$ যার হেক্সাডেসিমেল মান F| F এর বাইনারি মান 1111 অর্থাৎ যেকোনো বাইনারি সংখ্যাকে হেক্সাডেসিমেল এ পরিবর্তনের সময় সর্বোচ্চ চারটি করে অংকে বিভক্ত করে করা সম্ভব। তাই হেক্সাডেসিমেল সংখ্যাপদ্ধতিতে ৪ বিট ব্যবহৃত হয়।

03. বর্তনীতে ট্রানজিস্টর কার্যকরী করার জন্য V_{BB} এর কাজ কীরূপ?

উত্তর: বর্তনীতে ট্রানজিস্টর কার্যকরী করার জন্য V_{BB} নামক একটি বিভব ব্যবহার করা হয়। এটিকে ইনপুট সার্কিটে দেওয়া হয়। এই ডিসি ভোল্টেজকে বায়াস ভোল্টেজ বলে। এর মান এমন হয় যেন এসি সিগন্যাল এর ঋণাত্মক অর্ধেকের সময় এমিটার বেস জাংশন সম্মুখ ঝোঁকে থাকে। তা না হলে জাংশনটি বিপরীত ঝোঁক প্রাপ্ত হবে এবং আউটপুট বর্তনীতে কোনো প্রবাহ থাকবে না।

04. ট্রানজিস্টর এর কয়েকটি উপযোগিতা লিখ।

উত্তর: ট্রানজিস্টরের উপযোগিতা হল:

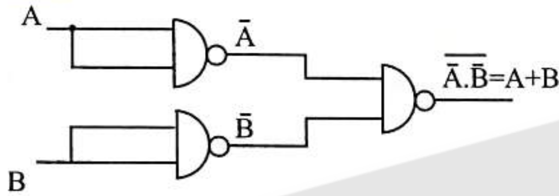
(১) আকার খুব ছোট (২) এটি খুব সামান্য বিভবে কাজ করে (৩) এর ক্রিয়া তাৎক্ষণিক (৪) এটি দীর্ঘস্থায়ী (৫) এটি যান্ত্রিক কম্পন সহ্য করতে পারে (৬) এটি খুব সস্তা

05. **n টাইপ অর্ধপরিবাহী বলতে কী বুঝায়?**

উত্তর: বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহীতে পঞ্চযোজী মৌল খুব সামান্য পরিমাণে যোগ করলে n – টাইপ অর্ধপরিবাহী তৈরি হয়। এ ধরনের পদার্থের তড়িৎ পরিবহনে ইলেকট্রন গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। যেমনঃ প্রতিটি আর্সেনিক বা এন্টিমনি পরমাণুর একটি ইলেকট্রন উদ্ধৃত থাকে এবং ঐ ইলেকট্রন ক্যালাস এর মধ্য দিয়ে স্বাধীনভাবে ঘুরে বেড়াতে পারে। অপদ্রব্য পরমাণুকে এক্ষেত্রে দাতা পরমাণু বলে।

06. **NAND গেইট দিয়ে কীভাবে OR গেইট পাওয়া যায়?**

উত্তর: নিম্নোক্তভাবে NAND Gate দিয়ে OR Gate পাওয়া যাবে।



07. গতীয় রোধ বলতে কী বুঝায়?

উত্তর: p-n জাংশনে বহিস্থ ভোল্টেজ প্রয়োগ করা হলে তড়িৎ প্রবাহে যে প্রতিবন্ধকতা সৃষ্টি হয় তাকে গতীয় রোধ বলে। লক্ষণীয় যে, p-n জাংশনে সম্মুখবর্তী ঝোঁক প্রয়োগে সামান্য বিভব বিভব পার্থক্য বৃদ্ধি করলে জাংশনে বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রা অনেক বৃদ্ধি পায়। কিন্তু বিপরীত ঝোঁক প্রয়োগে বিভব পার্থক্য অনেক বৃদ্ধির জন্যও বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রার বৃদ্ধি খুবই সামান্য। সুতরাং বোঝা যাচ্ছে, সম্মুখবর্তী ঝোঁক প্রয়োগে জাংশনের রোধ খুবই কম হয়। I-V লেখের যে কোনো দুটি বিন্দু P ও Q-এ বিভব পার্থক্যের পরিবর্তন ΔV- এর জন্য বিদ্যুৎ প্রবাহের যে পরিবর্তন ΔI হয়, এর অনুপাতই জাংশনের রোধ। একে জাংশনের গতীয় রোধ বলে। সুতরাং গতীয় রোধ, $R = \frac{\Delta V}{\Delta I}\,\Omega$

প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতামূলক সৃজনশীল প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

◆ **CQ:** বিগত বছরসমূহের বোর্ড পরীক্ষার প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতামূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. **একটি দুর্বল সংকেতকে 250 গুণ বিবর্ধিত করার লক্ষ্যে একটি ট্রানজিস্টর বর্তনীতে ইনপুটে 35 Ω এবং লোডে 85 Ω ব্যবহার করা হলো। বর্তনীটির ভূমিতে 50μA প্রয়োগ করলে সংগ্রাহকে 50 mA প্রবাহ পাওয়া যায়।** **[DB.'RB.'22]**

(গ) ট্রানজিস্টরের প্রবাহ বিবর্ধন গুণক নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের উদ্দেশ্য পূরণ হবে কিনা? গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. বর্তনীর ভূমিতে 50 μA প্রয়োগ করলে, $I_B = 50\ \mu A = 50 \times 10^{-6} A$

অন্যদিকে, সংগ্রাহকে 50 mA পাওয়া গেলে, $I_C = 50 \times 10^{-3} A$

∴ প্রবাহ বিবর্ধন গুণক, $\alpha = \frac{I_C}{I_E} = \frac{I_C}{I_B + I_C} = \frac{50\times10^{-3}}{50\times10^{-3}+50\times10^{-6}} = 0.999$ **(Ans.)**

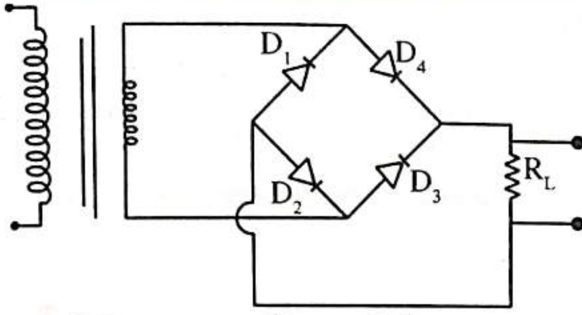
ঘ. ট্রানজিস্টরের বর্তনীতে ইনপুট এ 35 Ω এবং লোডে 85 Ω ব্যবহার করা হলো। ধরে নিই, ট্রানজিস্টরটি Common Emitter সংযোগ রাখা আছে।

∴ ইনপুটে ভোল্টেজ, $V_{in} = I_B \times R_{in} = 50 \times 10^{-6} \times 35 = 1.75 \times 10^{-3}$ V

∴ আউটপুটে ভোল্টেজ, $V_{out} = I_C \times R_L = 50 \times 10^{-3} \times 85 = 4.25$ V

∴ বিবর্ধন$= \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{4.25}{1.75\times10^{-3}} = 2428.57$ গুণ।

∴ দুর্বল সংকেতকে 250 গুণ বিবর্ধন করার উদ্দেশ্য পূরণ হবে না।

02. 

বর্তনীতে ব্যবহৃত প্রতিটি ডায়োড অভিন্ন। এদের যে কোনটির দুইপ্রান্তে **0.6 volt** বিভব পার্থক্য সৃষ্টি করায় প্রবাহ **100 mA** হতে **150 mA** এ পরিবর্তিত হয়। আবার ব্রীজটির সাহায্যে **AC Signal** কে **DC Signal** এ রূপান্তর করতে গিয়ে দেখা গেল D_4 ডায়োডটি নষ্ট। **[DB'22]**

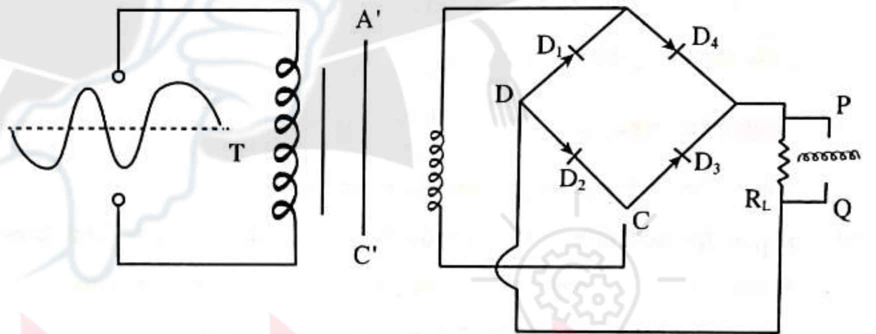
(গ) প্রতিটি ডায়োডের গতীয় রোধ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) বর্তনীতে D_4 সংযুক্ত অবস্থায় **AC** কে **DC** তে রূপান্তর সম্ভব কিনা? সচিত্র ব্যাখ্যা দাও। ৪

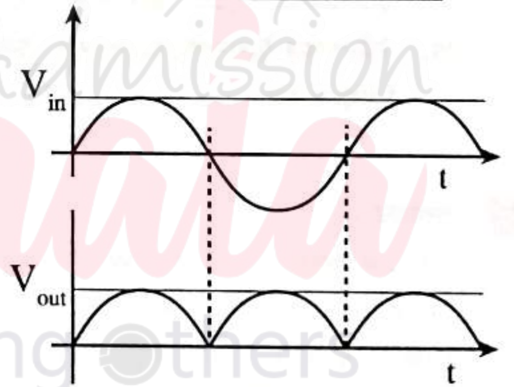
উত্তর

গ. দেওয়া আছে,
বিভব পার্থক্যের পরিবর্তন, $\Delta V = 0.6\ V$
প্রবাহের পরিবর্তন, $\Delta I = (150 - 100)mA = 50mA = 50 \times 10^{-3}A$
আমরা জানি, গতীয় রোধ, $\Delta R = \frac{\Delta V}{\Delta I} = \frac{0.6}{50\times10^{-3}}\Omega = 12\ \Omega$

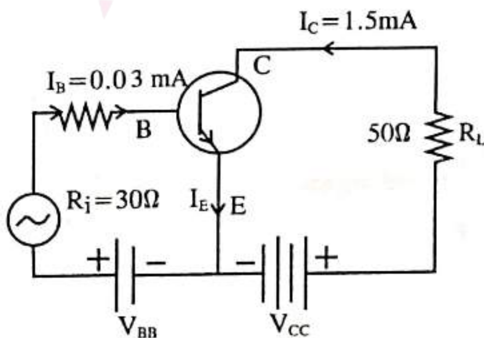
ঘ. চিত্রে, ব্রীজ রেকটিফায়ার বর্তনী দেখানো হয়েছে। চারটি ডায়োড D_1, D_2, D_3 ও D_4 চিত্রানুরূপ চতুর্ভুজ আকারে যুক্ত করা হয়। A ও C বিন্দুকে একটি ট্রান্সমিটারের গৌণ কুন্ডলীর দুই প্রান্তের সাথে এবং B ও D বিন্দুকে একান্ত ভার রোধ R_L এর সাথে যুক্ত করা হয়।



এখন ট্রান্সমিটারের মুখ্য কুন্ডলীর দিক পরিবর্তী প্রবাহকে উৎসের সাথে যক্ত করা হলে তা গৌণ কুন্ডলীতে আবিষ্ট হয়। দিক পরবর্তী প্রবাহের ধনাত্মক অর্ধচক্রের জন্য A প্রান্ত ধনাত্মক এবং C প্রান্ত ঋণাত্মক হয়। এতে D_4ও D_2 সম্মুখী বায়াসে থাকে।



এসময় $ABR_LDCC'A'A$ পথে তড়িৎ প্রবাহিত হয়। আবার দিক পরিবর্তী প্রবাহের ঋণাত্মক অর্ধচক্রের জন্য A প্রান্ত ঋণাত্মক এবং C প্রান্ত ধনাত্মক হয় এতে D_1ও D_3সম্মুখী বায়াসে থাকে। এ সময় $CBR_LDAA'C'C$ পথে তড়িৎ প্রবাহিত হয়। সুতরাং দেখা যাচ্ছে যে, ইনপুট এ যুক্ত দিক পরবর্তী প্রবাহের ধণাত্মক ও ঋণাত্মক উভয় চক্রের জন্যই ভার রোধ R_Lএর মধ্য দিয়ে একই দিকে তড়িৎ প্রবাহিত হয় অর্থাৎ R_Lএর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ সর্বদা একমুখী। ইনপুট ও আউটপুট সিগন্যাল নিম্নরূপঃ

03. 

উদ্দীপকে একটি কমন এমিটার **n-p-n** ট্রানজিস্টর বর্তনী দেখানো হলো- **[Ctg.B'22]**

(গ) উদ্দীপকের বর্তনীর কারেন্ট গেইন β কত? ৩

(ঘ) বেস প্রবাহ ও কালেক্টর প্রবাহ দ্বিগুণ করা হলে ভোল্টেজ গেইনের কীরূপ পরিবর্তন হবে? গাণিতিকভাবে- বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. আমরা জানি,

$\beta = \frac{I_C}{I_B} = \frac{1.5\times10^{-3}}{0.03\times10^{-3}} = 50$ **(Ans.)**

বেস কারেন্ট, $I_B = 0.03\ mA = 0.03\times10^{-3}A$
কালেক্টর কারেন্ট, $I_C = 1.5\ mA = 1.5\times10^{-3}A$
কারেন্ট গেইন, $\beta = ?$

ঘ. 'গ' হতে প্রাপ্ত, $\beta = \frac{I_C}{I_B} = 50$

আমরা জানি,

ভোল্টেজ গেইন, $A_V = \frac{V_{out}}{V_{in}}$

এখন, $V_{out} = I_C R_L$
আবার, $V_{in} = I_B R_i$

$R_L = 50\,\Omega$
$R_i = 30\,\Omega$

$\therefore A_V = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{I_C R_L}{I_B R_i} = \beta\frac{R_L}{R_i} = 50\times\frac{50}{30} = 83.333$

অন্যদিকে, বেস প্রবাহ ও কালেক্টর প্রবাহ দ্বিগুণ করা হলে,

$I'_B = 2\times0.03\ mA = 0.06\times10^{-3}A$
$I'_C = 2\times1.5\ mA = 3\times10^{-3}A$

এখন, কারেন্ট গেইন, $\beta = \frac{I'_C}{I'_B} = \frac{3\times10^{-3}}{0.06\times10^{-3}} = 50$

$\therefore$ ভোল্টেজ গেইন, $A'_V = \frac{V'_{out}}{V'_{in}} = \frac{I'_C R_L}{I'_B R_i} = \beta\frac{R_L}{R_i} = 50\times\frac{50}{30} = 83.333$

$\therefore$ ভোল্টেজ গেইনের কোনো পরিবর্তন হয় না, অর্থাৎ $A'_V = A_V$

04. **n-p-n** ট্রানজিস্টরকে প্রথমে সাধারণ নিঃসারক বিন্যাস সংযোগ দিয়ে নিঃসারক প্রবাহ **1.92 mA** এবং পীঠ প্রবাহ **0.08 mA** পাওয়া গেল। পরে সাধারণ ভূমি বিন্যাসে সংযোগ দিয়ে নিঃসারক প্রবাহ এবং সংগ্রাহক প্রবাহের মান পাঁচগুণ করা হলো। **[SB'22]**

(গ) উদ্দীপক অনুসারে প্রবাহ লাভ নির্ণয় কর। ৩

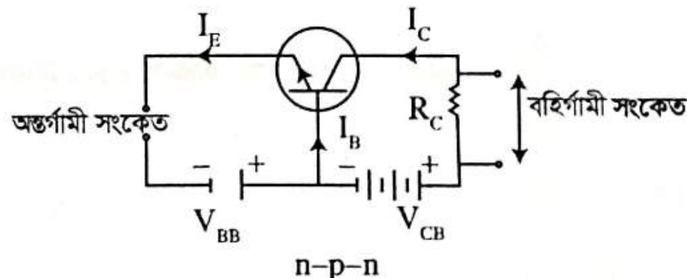
(ঘ) উদ্দীপকের ট্রানজিস্টরের সংযোগ বিন্যাস পরিবর্তন করায় প্রবাহ বিবর্ধক গুণকের মান পরিবর্তন হবে কিনা—গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. প্রশ্নমতে,

নিঃসারক প্রবাহ, $I_E = 1.92\ mA$
পীঠ প্রবাহ, $I_B = 0.08\ mA$
সংগ্রাহক প্রবাহ, $I_C = I_E - I_B = (1.92-0.08)mA = 1.84\ mA$
প্রবাহ লাভ, $\beta = \frac{I_C}{I_B} = \frac{1.84}{0.08} = 23$

ঘ. ট্রানজিস্টরের সংযোগ বিন্যাস পরিবর্তন করলে বিন্যাসটি হবে নিম্নরূপ:



কিন্তু, যেহেতু, I_C, I_B ও I_E এর মান অপরিবর্তিত থাকবে, তাই প্রবাহ বিবর্ধন গুণক $\alpha = \frac{I_C}{I_E}$ এর মানও অপরিবর্তিত থাকবে।

05. মাহি ও রাহি ইলেকট্রনিকস দোকান থেকে দুটি n-p-n ট্রানজিস্টর কিনে আনে। মাহির ট্রানজিস্টরে ইনপুট ভোল্টেজ, ইনপুট রোধ, ভাররোধ এবং সংগ্রাহক প্রবাহ যথাক্রমে **2 V, 50 Ω, 4 Ω** এবং **30 mA**। অপরদিকে রাহির ট্রানজিস্টরে প্রবাহ লাভ, ইনপুট রোধ এবং ভার রোধ যথাক্রমে **80, 40 Ω** এবং **60 Ω**। **[BB'22]**

(গ) মাহির ট্রানজিস্টরের ভোল্টেজ গেইন নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) মাহি ও রাহির ট্রানজিস্টরদ্বয়ের ক্ষমতা বিবর্ধন কি সমান হবে? গাণিতিক মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. মাহির ট্রানজিস্টরের, $V_{in} = 2V$

$R_i = 50\Omega$

$R_L = 4\Omega$

$I_C = 30 \text{ mA} = 30 \times 10^{-3} \text{ A}$

∴ আউটপুট ভোল্টেজ, $V_{out} = I_C R_L = 30 \times 10^{-3} \times 4 = 0.12 \text{ V}$

∴ ভোল্টেজ গেইন, $A_V = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{0.12}{2} = 0.06$ **(Ans.)**

ঘ. মাহির ট্রানজিস্টরে, $V_{in} = 2 \text{ V}$

$R_i = 50\ \Omega$

$R_L = 4\ \Omega$

$I_C = 30 \text{ mA} = 30 \times 10^{-3} \text{ A}$

$\therefore I_{in} = \frac{V_{in}}{R_i} = \frac{2}{50} = 40 \times 10^{-3} \text{A} = 40 \text{ mA} = I_E > I_C$

যেহেতু I_E ইনপুট ও I_C আউটপুটে তাই এটি সাধারণ পীঠ বিন্যাসে হবে।

∴ প্রবাহ লাভ, $\beta_1 = \frac{I_C}{I_E} = \frac{30 \text{ mA}}{40 \text{ mA}} = 0.75$

∴ ক্ষমতা বিবর্ধন, $P_A = \beta_1^2 \times \frac{R_L}{R_i} = 0.75^2 \times \frac{4}{50} = 0.045$ **(Ans.)**

রাহির ট্রানজিস্টরে,

প্রবাহ লাভ, $\beta_2 = 80$

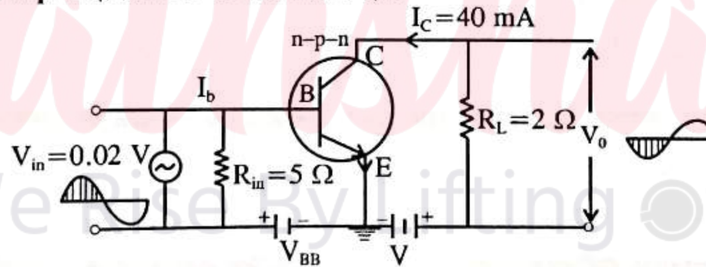
$R_i' = 40\ \Omega$

$R_L' = 60\ \Omega$

∴ ক্ষমতা বিবর্ধন, $P_B = \beta_2^2 \times \frac{R_L'}{R_i'} = 80^2 \times \frac{60}{40} = 9600$

∴ মাহি ও রাহির ট্রানজিস্টরদ্বয়ের ক্ষমতা বিবর্ধন সমান হবে না অর্থাৎ, $P_B > P_A$

06. নিচে একটি কমন এমিটার **n-p-n** ট্রানজিস্টর বর্তনী দেখানো হল: **[JB'22]**



(গ) প্রবাহ বিবর্ধন গুণক নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের বর্তনী থেকে বিবর্ধিত সংকেত পাওয়া সম্ভব কিনা ভোল্টেজ গেইন নির্ণয়ের মাধ্যমে গাণিতিকভাবে দেখাও। ৪

উত্তর

গ. দেওয়া আছে, $V_{in} = 0.02 \text{ V}$

$R_{in} = 5\ \Omega$

তাহলে, পীঠ প্রবাহ, $I_B = \frac{V_{in}}{R_{in}} = \frac{0.02}{5} = 0.004 \text{ A} = 4 \text{ mA}$

$I_C = 40 \text{ mA}$

$I_E = I_C + I_B = (40 + 4) \text{ mA} = 44 \text{ mA}$

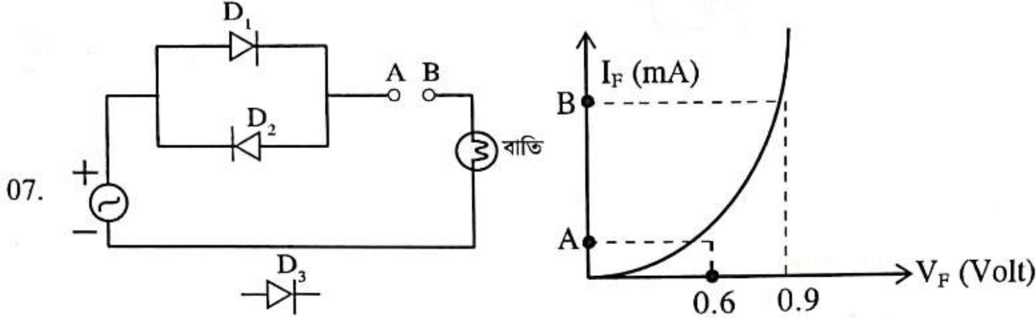
প্রবাহ বিবর্ধন গুণক, $\alpha = \frac{I_C}{I_E} = \frac{40}{44} = 0.91$

ঘ. উদ্দীপকের চিত্রমতে,

কারেন্ট গেইন, $\beta = \frac{I_C}{I_B} = \frac{40\ mA}{4\ mA} = 10$

তাহলে, ভোল্টেজ গেইন, $= \beta \times \frac{R_L}{R_{in}} = 10 \times \frac{2}{5} = 4$

$\therefore$ 4 গুণ বিবর্ধিত সংকেত পাওয়া সম্ভব।

07. 

[CB'22]

D_1, D_2 এবং D_3 একই প্রকৃতির তিনটি ডায়োড। এদের প্রতিটির গতীয় রোধ **150 Ω**।

(গ) **A ও B বিন্দুর মধ্যে বিভব পার্থক্য নির্ণয় কর।** ৩

(ঘ) **বর্তনীতে D_3 ডায়োডটিকে M ও N এর মাঝে কীভাবে স্থাপন করা হলে ভোল্টমিটারটি ক্রমান্বয়ে সর্বনিম্ন ও সর্বোচ্চ পাঠ দিবে? বর্তনীচিত্র অঙ্কনপূর্বক বিশ্লেষণ কর।** ৪

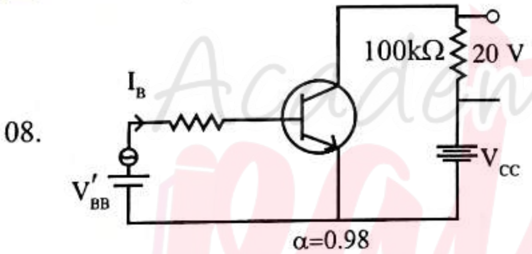
উত্তর

গ. লেখচিত্র হতে, A বিন্দুর বিভব, $V_A = 0.6$ V

B বিন্দুর বিভব, $V_B = 0.9$ V

A ও B বিন্দুর মধ্যে বিভব পার্থক্য $= V_B - V_A = (0.9 - 0.6)$ V $= 0.3$ V (Ans)

ঘ. প্রশ্ন ক্রটিপূর্ণ। 'M' ও 'N' বিন্দু প্রশ্নে উল্লেখ নেই।

08. 

[Din.B'22]

0.5 V এর একটি সিগন্যালকে বিবর্ধিত করার জন্য চিত্রে প্রদত্ত ট্রানজিস্টরটি ব্যবহৃত হয়। সিগন্যালটি ইনপুটে যুক্ত করার ফলে পীঠ প্রবাহের পরিবর্তন 10 μA হয়।

(গ) **ইনপুট রোধের মান কত?** ৩

(ঘ) **প্রদত্ত ট্রানজিস্টর এর সাহায্যে উদ্দীপকে উল্লিখিত সিগন্যালটি বিবর্ধিত করা যাবে কি? গাণিতিকভাবে যাচাই কর।** ৪

উত্তর

গ. চিত্র হতে,

$I_C = \frac{V_{out}}{R_L} = \frac{20}{100\times10^3} = 0.2$ mA

$V_{out} = 20$ V
$R_L = 100$ k Ω

এখন, $\alpha = \frac{I_C}{I_E} = \frac{I_C}{I_C+I_B} \Rightarrow 0.98 = \frac{0.2}{0.2+I_B} \Rightarrow 0.98\,I_B = 0.2 - 0.2\times0.98 \Rightarrow 0.98\,I_B = 0.004$

$\therefore I_B = 4.08\times10^{-3}$ mA $= 4.08\times10^{-6}$ A

ইনপুট রোধ, $R_{in} = \frac{V_{in}}{I_B} = \frac{0.5}{4.08\times10^{-6}}\ \Omega = 122.5\times10^3\Omega$

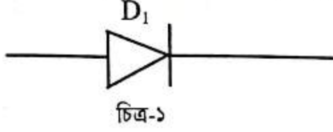
ঘ. কারেন্ট গেইন, $\beta = \frac{\alpha}{1-\alpha} = \frac{0.98}{1-0.98} = 49$

তাহলে, $\beta = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B} \Rightarrow \Delta I_C = \beta \Delta I_B = 49 \times 10 \times 10^{-6} = 4.9 \times 10^{-4}\ A = 490\ \mu A$

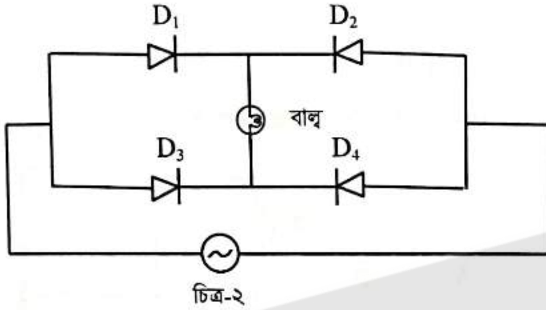
এখন, ভোল্টেজ গেইন $= \frac{\Delta I_C \times R_L}{\Delta I_B \times R_{in}} = \frac{490 \times 100 \times 10^3}{10 \times 122.5 \times 10^3} = 40$

40 গুণ ভোল্টেজ গেইন পাওয়া যাবে।

∴ ট্রানজিস্টরের সাহায্যে সিগনালটি বিবর্ধিত করা যাবে।

09. 

চিত্র-১



চিত্র-২

১নং চিত্রে প্রদত্ত ডায়োডের অনুরূপ ৪টি ডায়োডকে বর্তনীর ন্যায় যুক্ত করা হলো (চিত্র-২)। যে কোনো একটি ডায়োডের সম্মুখবর্তী ঝোঁকে **0.12 V** বিভব পরিবর্তনে $\mathbf{3 \times 10^{-2}\ A}$ তড়িৎ প্রবাহের পরিবর্তন ঘটে। **[MB'22]**

(গ) $\mathbf{D_1}$ এর গতীয় রোধ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) বাল্বটি সবসময় জ্বলতে থাকবে এটি সম্ভব করতে হলে $\mathbf{D_1}$ও $\mathbf{D_2}$ এর সংযোগে কী পরিবর্তন আনতে হবে? বর্তনী চিত্র অঙ্কনপূর্বক বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

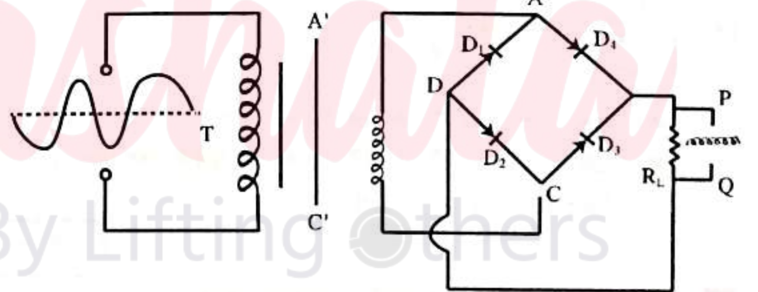
গ. দেওয়া আছে,

D_1 এর বিভবের পরিবর্তন, $\Delta V = 0.12\ V$

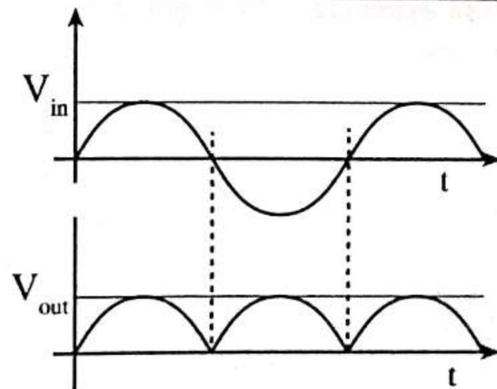
তড়িৎ প্রবাহের পরিবর্তন, $\Delta I = 3 \times 10^{-2}\ A$

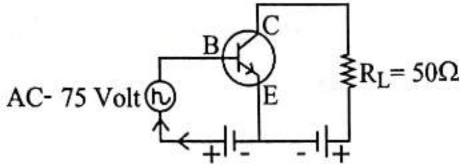
∴ গতীয় রোধ, $R = \frac{\Delta V}{\Delta I} = \frac{0.12}{3 \times 10^{-2}} = 4\ \Omega$ **(Ans.)**

ঘ. চিত্রে, ABCD ব্রীজ রেকটিফায়ার বর্তনী দেখানো হয়েছে। চারটি ডায়োড D_1, D_2, D_3 ও D_4 চিত্রানুরূপ চতুর্ভূজ আকারে যুক্ত করা হয়। A ও C বিন্দুকে একটি ট্রান্সমিটারের গৌণ কুন্ডলীর দুই প্রান্তের সাথে এবং B ও D বিন্দুকে রোধ, R_L এর সাথে যুক্ত করা হয়। এখন ট্রান্সমিটারের মুখ্য কুন্ডলীর দিক পরিবর্তী প্রবাহকে উৎসের সাথে যুক্ত করা হলে তা গৌণ কুন্ডলীতে আবিষ্ট হয়। দিক পরবর্তী প্রবাহের ধনাত্মক অর্ধচক্রের জন্য A প্রান্ত ধনাত্মক এবং C প্রান্ত ঋণাত্মক হয়। এতে D_4ও D_2 সম্মুখী বায়াসে থাকে। এসময় $ABR_LDCC'A'A$পথে তড়িৎ প্রবাহিত হয়।



আবার দিক পরিবর্তী প্রবাহের ঋণাত্মক অর্ধচক্রের জন্য A প্রান্ত ঋণাত্মক এবং C প্রান্ত ধনাত্মক হয় এতে D_1ও D_3সম্মুখী বায়াসে থাকে। এ সময় $CBR_LDAA'C'C$ পথে তড়িৎ প্রবাহিত হয়। সুতরাং দেখা যাচ্ছে যে, ইনপুট এ যুক্ত দিক পরবর্তী প্রবাহের ধণাত্মক ও ঋণাত্মক উভয় চক্রের জন্যই রোধ R_Lএর মধ্য দিয়ে একই দিকে তড়িৎ প্রবাহিত হয় অর্থাৎ R_Lএর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ সর্বদা একমুখী। ইনপুট ও আউটপুট সিগন্যাল নিম্নরূপঃ



10. 

[DB'21]

$I_B = 0.015$ mA এবং $I_C = 1.15$ mA

(গ) উদ্দীপকের আলোকে প্রবাহ বিবর্ধন গুণক নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকে ট্রানজিস্টরের কালেক্টর-ইমিটারের বিপরীতে তরঙ্গ চিত্র এবং R_L এর বিপরীত তরঙ্গ চিত্র একই হবে কি? বিশ্লেষণসহ মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. $I_B = 0.015$ mA, $I_C = 1.15$ mA

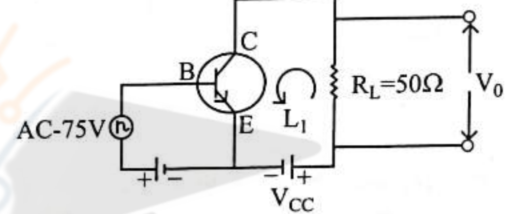
$I_E = I_B + I_C = (0.015 + 1.15)$ mA $= 1.165$ mA $\therefore \alpha = \frac{I_C}{I_E} = \frac{1.15}{1.165} = 0.9871$

ঘ. এখানে, কালেক্টর-ইমিটার প্রান্তে আউটপুট সিগন্যাল পাওয়া যাবে যা ইনপুট সিগন্যাল অপেক্ষা বিবর্ধিত হবে।

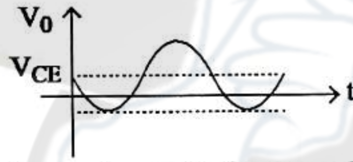
ধরি, R_L এর দুই প্রান্তে বিভব পতন V_0 হলে,

L_1 এ KVL প্রয়োগ করে, $V_0 + V_{CE} - V_{CC} = 0 \Rightarrow V_0 = V_{CC} - V_{CE}$

V_{CC} ধ্রুবক হওয়ায়, V_0 ও V_{CE} এর তরঙ্গ চিত্র বিপরীত হবে।



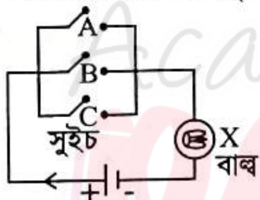




∴ কালেক্টর-ইমিটারের বিপরীতে তরঙ্গ চিত্র R_L এর বিপরীতে তরঙ্গ চিত্র

∴ কালেক্টর-ইমিটারের বিপরীতে তরঙ্গ চিত্র, R_L এর বিপরীত তরঙ্গ চিত্র হতে π বা 180° দশা পার্থক্যে থাকবে। তাই তরঙ্গ চিত্র একই হবে না।

[Note: এখানে বেস-ইমিটার প্রান্ত ইনপুট আর কালেক্টর-ইমিটার প্রান্ত আউটপুট। বেস-ইমিটার আর কালেক্টর ইমিটার প্রান্তের তরঙ্গ চিত্র বললে ইনপুট ও আউটপুট সিগন্যালের চিত্র আঁকতে হবে]

11. 

[DB'21]

(গ) উদ্দীপকের বর্তনীর সত্যক সারণি লিখ। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের বাল্বটিকে সুইচ এর সমান্তরাল সংযোগ দিলে বর্তনীটি কোন লজিক গেটের সমতুল্য বর্তনীতে পরিণত হবে? বিশ্লেষণসহ মতামত দাও। ৪

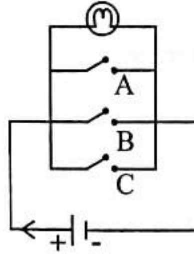
উত্তর

গ. উদ্দীপকের বর্তনীটি OR গেটের সমতুল্য বর্তনী।

সত্যক সারণিঃ

A	B	C	X = A + B + C
0	0	0	0
1	0	0	1
0	1	0	1
1	1	0	1
0	0	1	1
1	0	1	1
0	1	1	1
1	1	1	1

ঘ. উদ্দীপকের বাল্বটিকে সুইচ এর সমান্তরালে সংযোগ দিলে বর্তনীটি NOR গেটের সমতুল্য বর্তনীতে পরিণত হবে।



NOR গেটের সত্যক সারণি:

A	B	C	$X = \overline{A + B + C}$
0	0	0	1
1	0	0	0
0	1	0	0
1	1	0	0
0	0	1	0
1	0	1	0
0	1	1	0
1	1	1	0

গেটটিতে A, B, C এর যেকোনো সুইচ অন করলে বাল্বটি জ্বলবে না। কেবল মাত্র তখনই জ্বলবে যখন তিনটি সুইচই অফ থাকবে [সত্যক সারণিতে $A = 0, B = 0, C = 0$ হলে $X = 1$ হয়]। অর্থাৎ, বর্তনীটি NOR Gate এর লজিক বর্তনীতে পরিণত হবে।

12. [RB'21]

ইনপুট		আউটপুট
A	**B**	**X = A + B**
0	**0**	**0**
0	**1**	**1**
1	**0**	**1**
1	**1**	**1**

সারণি-১

ইনপুট		আউটপুট
A	**B**	**X**
0	**0**	**0**
0	**1**	**1**
1	**0**	**1**
1	**1**	**0**

সারণি-২

(গ) সারণি-১ হতে লজিক গেটের কার্যক্রম বর্তনী চিত্রসহ বর্ণনা কর। ৩

(ঘ) সারণি-২ এর গেটটিকে মৌলিক গেইট দিয়ে বাস্তবায়ন কর। ৪

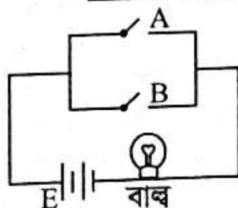
উত্তর

গ. সারণি-১ এর লজিক গেটটি হচ্ছে OR গেট।

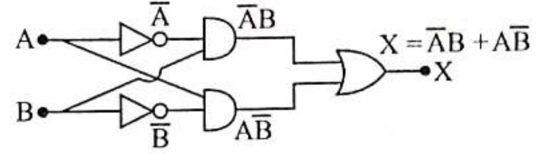
OR গেটের কার্যক্রম:

Input				Output	
A		B		X = A + B	
সুইচ	বাইনারি	সুইচ	বাইনারি	আলো জ্বলবে?	বাইনারি
খোলা	0	খোলা	0	না	0
খোলা	0	বন্ধ	1	হ্যাঁ	1
বন্ধ	1	খোলা	0	হ্যাঁ	1
বন্ধ	1	বন্ধ	1	হ্যাঁ	1

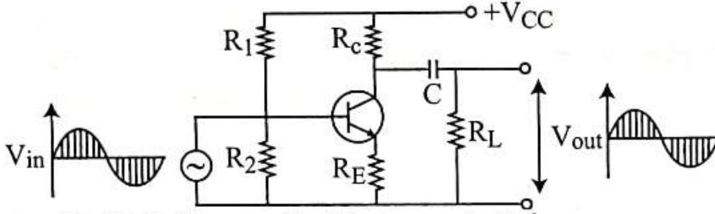
OR গেটের বর্তনী:



ঘ. সারণি-২ এর গেটটি হলো XOR গেট।
$X = A \oplus B = \overline{A}B + A\overline{B}$
সারণি-২ এর গেইটিকে মৌলিক গেট দ্বারা বাস্তবায়ন করা হল:



13.



চিত্রের ট্রানজিস্টরটিতে ইনপুট কারেন্টের **0.02mA** পরিবর্তনে আউটপুট কারেন্টের **1mA** পরিবর্তন হয়। **[RB'21]**

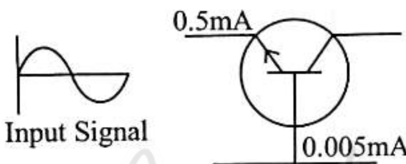
(গ) ট্রানজিস্টরটির কারেন্ট গেইন **β** এর মান নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) উদ্দীপকের বর্তনী অনুযায়ী ইনপুট সিগনালের সাপেক্ষে আউটপুট সিগনালের পরিবর্তন ব্যাখ্যা কর। ৪

উত্তর

গ. ইনপুট কারেন্টের পরিবর্তন, $\Delta I_B = 0.02$ mA
আউটপুট কারেন্টের পরিবর্তন, $\Delta I_C = 1$ mA
∴ কারেন্ট গেইন, $\beta = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B} = 50$

ঘ. উদ্দীপকে ট্রানজিস্টরটি অ্যাম্প্লিফায়ার হিসেবে কাজ করছে।
এখানে প্রবাহ লাভ, $\beta = 50$
অ্যাম্প্লিফায়ার দুর্বল অন্তর্গামী সংকেতকে বৃহৎ বহির্গামী সংকেতে পরিণত করে অর্থাৎ আউটপুট সিগন্যালটি ইনপুট সিগন্যাল অপেক্ষা বিবর্ধিত থাকে। অন্তর্গামী বর্তনীকে সম্মুখ বায়াসে রাখা হয় এবং একটি দুর্বল অন্তর্গামী সংকেত প্রদান করা হয় এবং সংগ্রাহক বর্তনীতে যুক্ত R_L থেকে বর্হিগামী সংকেত গ্রহণ করা হয়। এজন্য ইনপুট সিগন্যালের সামান্য পরিবর্তনে আউটপুট সিগন্যালে উল্লেখযোগ্য পরিমাণে পরিবর্তন দেখা যায়।

14.



পাশের চিত্রে **NPN** ট্রানজিস্টর দেখানো হলো: **[Ctg.B'21]**

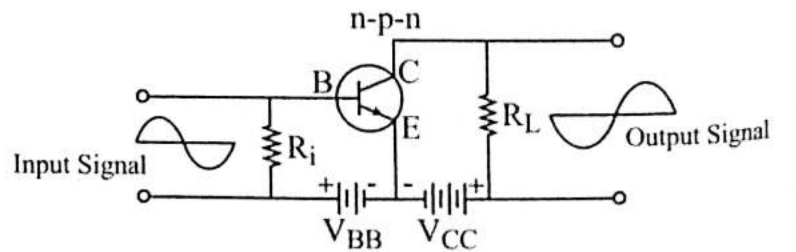
(গ) ট্রানজিস্টরটির কারেন্ট বিবর্ধন গুণক নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) চিত্রের ইনপুট সংকেতকে যদি বিবর্ধিত আকারে আউটপুটে দেখতে চাই তবে উদ্দীপকের কী ধরনের পরিবর্তন করতে হবে? বিশ্লেষণসহ মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. ট্রানজিস্টরটির কারেন্ট বিবর্ধক গুণক,
$\alpha = \frac{I_C}{I_E} = \frac{I_E - I_B}{I_E} = \frac{0.5 - 0.005}{0.5} = 0.99$ | $I_E = 0.5$mA ; $I_B = 0.005$ mA

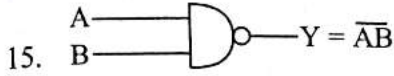
ঘ. চিত্রের ইনপুট সংকেতকে যদি বিবর্ধিত আকারে আউটপুটে দেখতে চাই তবে উদ্দীপকের ট্রানজিস্টরটিকে অ্যাম্প্লিফায়ার হিসেবে ব্যবহার করতে হবে এবং এক্ষেত্রে সাধারণ নিঃসারক বিন্যাস নিতে হবে।

চিত্রে একটি সাধারণ নিঃসারক বিবর্ধক বর্তনী দেখানো হয়েছে। এটির E-B জাংশনে একটি দুর্বল দিক পরিবর্তী অন্তর্গামী সংকেত প্রদান করা হয় এবং সংগ্রাহক বর্তনীতে যুক্ত R_L থেকে বহির্গামী সংকেত গ্রহণ করা হয়। অন্তর্গামী বর্তনীতে সমুখী বায়াস প্রদান করা হয়। E-B জাংশনে প্রযুক্ত সংকেতের ধনাত্মক অর্ধচক্রের সময় জাংশনের সমুখ ঝোঁক বৃদ্ধি পায়।



চিত্র: সাধারণ নিঃসারক বিবর্ধক

ফলে নিঃসারক থেকে অধিক পরিমাণ ইলেকট্রন সংগ্রাহকে প্রবেশ করে এবং এই বাড়তি প্রবাহ R_L এ অধিক বিভব পতন সৃষ্টি করে। অর্থাৎ বহির্গামী ভোল্টেজ বেশি পাওয়া যায়। সংকেতের ঋণাত্মক অর্ধচক্রে E-B জাংশনের সমুখী ঝোঁক হ্রাস পেলেও বহির্গামী ভোল্টেজ অন্তর্গামীর চেয়ে অধিক হয়। এভাবে ব্যবস্থাটি বিবর্ধক হিসেবে কাজ করবে।

15. 

[Ctg.B'21]

(গ) উদ্দীপকের গেইটটির সত্যক সারণি লিখ। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের লজিক গেইটটির সাহায্যে বুলিয়ান অ্যালজেবরার মৌলিক অপারেশন কীভাবে সম্ভব? বিশ্লেষণসহ মতামত দাও। ৪

উত্তর

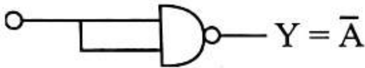
গ. উদ্দীপকের গেইটটি একটি NAND গেইট। এর সত্যক সারণি নিম্নরূপ–

A	B	AB	Y $= \overline{AB}$
0	0	0	1
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

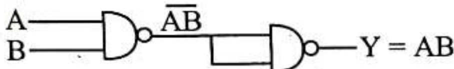
সত্যক সারণি হতে লক্ষণীয় যে NAND গেইটে যেকোনো একটি ইনপুটের মান 0 হলে আউটপুটে 1 পাওয়া যায় এবং সবগুলো ইনপুটে 1 থাকলে আউটপুট 0 হয়।

ঘ. উদ্দীপকের প্রদর্শিত গেইটটি একটি NAND গেইট। যেহেতু NAND গেইট একটি সর্বজনীন গেইট তাই এর দ্বারা বুলিয়ান অ্যালজেবরার মৌলিক অপারেশন (NOT, AND, OR) বাস্তবায়ন সম্ভব।

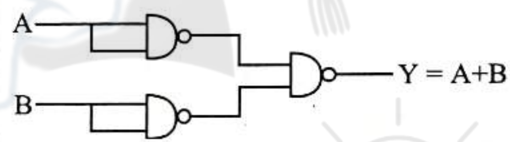
NOT গেইট বাস্তবায়ন: $Y = \overline{A\,A} = \overline{A}$



AND গেইট বাস্তবায়ন: $Y = AB = \overline{\overline{AB}} = \overline{\overline{AB}}$



OR গেইট বাস্তবায়ন: $Y = A + B = \overline{\overline{A}} + \overline{\overline{B}} = \overline{\overline{A}\,\overline{B}}$



16. 

[SB'21]

একটি লজিক গেটের প্রতীক।

(গ) উদ্দীপকের লজিক গেটের আউটপুট 1 পেতে হলে **A, B, C** তে কী কী ইনপুট দিতে হবে? সত্যক সারণীর মাধ্যমে বুঝিয়ে দাও। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের লজিক গেটের সাথে একটি **NOT** গেটযুক্ত করে সত্যক সারণীর মাধ্যমে ব্যাখ্যা কর। ৪

উত্তর

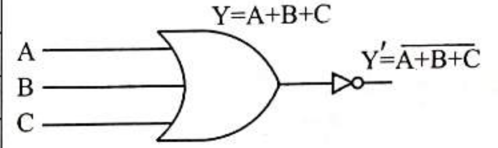
গ.

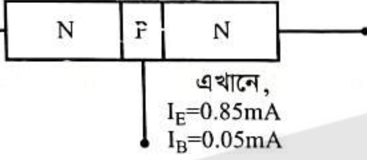
Input			**Output**
A	**B**	**C**	$Y = A + B + C$
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

অতএব, A, B, C এর তিনটিতে একই সাথে 0 ইনপুট ব্যতীত অন্য যেকোনো ইনপুট এর ক্ষেত্রে আউটপুট 1 হবে।

ঘ.

Input			A + B + C	Output $Y' = \overline{A+B+C}$
A	B	C		
0	0	0	0	1
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	1	0
1	0	0	1	0
1	0	1	1	0
1	1	0	1	0
1	1	1	1	0



17. 

[SB'21]

N-P-N ট্রানজিস্টরের ব্লক চিত্র।

(গ) α- এর মান নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের ট্রানজিস্টরকে অ্যাম্প্লিফায়ার হিসেবে ব্যবহার করে এর বর্তনী চিত্র অঙ্কন কর এবং কার্যপ্রণালী ব্যাখ্যা কর। ৪

গ.

আমরা জানি,

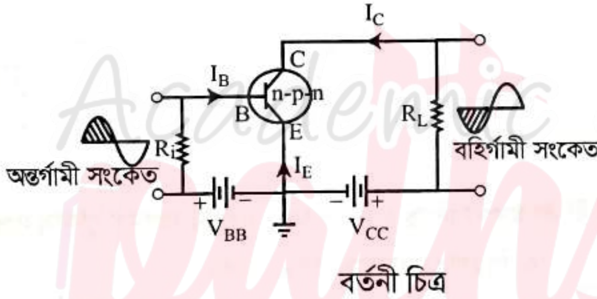
$\alpha = \frac{I_C}{I_E} = \frac{0.8}{0.85} = 0.94$

$I_E = 0.85$ mA

$I_B = 0.05$ mA

$\therefore I_C = I_E - I_B = 0.80$ mA

ঘ.

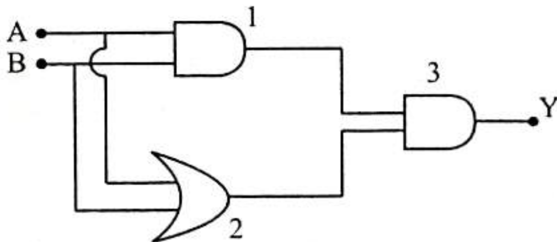


বর্তনী চিত্র

কার্যপ্রণালি:

অ্যাম্প্লিফায়ার দুর্বল অন্তর্গামী সংকেতকে বৃহৎ বহির্গামী সংকেতে পরিণত করে।

নিঃসারক-পীঠ জাংশনে একটি দুর্বল অন্তর্গামী সংকেত প্রদান করা হয় এবং সংগ্রাহক বর্তনীতে যুক্ত রোধ (R_L) থেকে বহির্গামী সংকেত গ্রহণ করা হয়। অন্তর্গামী বর্তনীকে সর্বদা সম্মুখ বায়াস করা হয় যার জন্য একটি অতিরিক্ত ডিসি ভোল্টেজ (V_{BB}) প্রয়োগ করা হয় এবং সংগ্রাহক বর্তনী V_{CC} এর সাহায্যে বিমুখী ঝোঁকে থাকে। নিঃসারক পীঠে প্রযুক্ত সংকেতের ধনাত্মক অর্ধচক্রের সময় সম্মুখ ঝোঁক বৃদ্ধি পায়। ফলে ইলেকট্রন সংগ্রাহকে প্রবাহিত হয়ে সংগ্রাহক প্রবাহ বৃদ্ধি করে। এই প্রবাহ লোড রেজিস্ট্যান্স R_1 এ অধিক পরিমাণ বিভব পতন সৃষ্টি করে। অর্থাৎ বহির্গামীতে অধিক ভোল্টেজ পাওয়া যায়। ঋণাত্মক অর্ধচক্রের জন্য সম্মুখী ঝোঁক হ্রাস পায়। ফলে বহির্গামী ভোল্টেজও হ্রাস পায় তবে তা অন্তর্গামী থেকে বেশি হয়। সাধারণ নিঃসারণ বিবর্ধকে অন্তর্গামী ও বহির্গামী সংকেতের মধ্যে সর্বদা 180° দশা পার্থক্য বজায় থাকে।

18. 

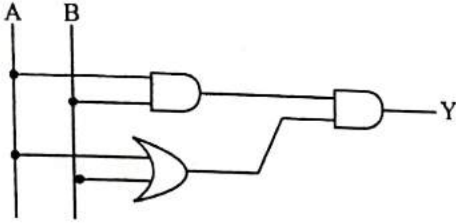
[BB'21]

(গ) সত্যক সারণির সাহায্যে **Y** এর মান দেখাও। ৩

(ঘ) ২ নং গেইটকে **XOR** গেইট দ্বারা প্রতিস্থাপন করা হলে **Y** এর মানের কোনো পরিবর্তন পরিলক্ষিত হবে কি না, তা যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ.

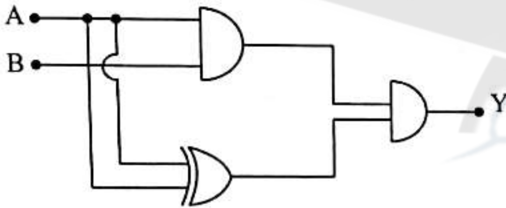


নিচে Y এর জন্য প্রত্যক সারণি আঁকা হলো-

A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

সত্যক সারণি হতে পাই, $Y = AB(A + B) = AB + AB = AB$

ঘ. ২নং গেইটকে XOR গেইট দ্বারা প্রতিস্থাপন করলে-

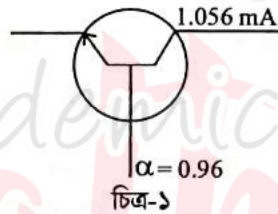


চিত্র হতে পাই, $Y = (AB)(A\oplus B) = (AB)(A\bar{B} + \bar{A}B)$

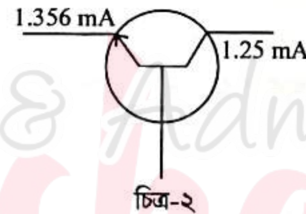
$= (AB)(A\bar{B}) + (AB)(\bar{A}B) = (AA)(B\bar{B}) + (A\bar{A})(BB) = 0 + 0 = 0$

সুতরাং, ২ নং গেইটকে XOR গেইট দ্বারা প্রতিস্থাপন করলে Y এর মানের পরিবর্তন ঘটে।

19. চিত্রে ট্রানজিস্টর দুটি লক্ষ কর: [BB'21]



চিত্র-১



চিত্র-২

(গ) উদ্দীপকের ১ নং ট্রানজিস্টরের নিঃসারক প্রবাহ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) বিবর্ধক হিসেবে উদ্দীপকের কোন ট্রানজিস্টরটি বেশি উপযোগী? গাণিতিক বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ.

আমরা জানি,

$\alpha = \frac{I_C}{I_E} \Rightarrow I_E = \frac{I_C}{\alpha} = \frac{1.056}{0.96} = 1.1$ mA

$\alpha = 0.96$
$I_C = 1.056$ mA

∴ ১ নং ট্রানজিস্টরে নিঃসারক প্রবাহ 1.1 mA

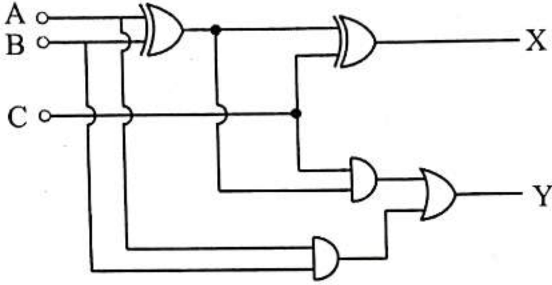
ঘ. ১ নং ট্রানজিস্টরে,

প্রবাহ বিবর্ধন গুণক, $\alpha_1 = 0.96$

$\beta_1 = \frac{\alpha_1}{1-\alpha_1} = 24$

২য় ট্রানজিস্টরে, $I_E = 1.356$ mA, $I_C = 1.25$ mA $\therefore \alpha_2 = \frac{I_C}{I_E} = \frac{1.25}{1.356} = 0.92$, $\beta_2 = \frac{\alpha_2}{1-\alpha_2} = 11.5$

যেহেতু, $\alpha_1 > \alpha_2$ সুতরাং বিবর্ধক হিসেবে প্রথমটি অধিক উপযোগী।

20. 

[JB'21]

(গ) উদ্দীপকের লজিক বর্তনীটির সত্যক সারণী লিখ। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের আলোকে **X** এবং **Y** আউটপুটদ্বয়কে মৌলিক গেইটের মাধ্যমে বাস্তবায়ন কর। ৪

উত্তর

গ. $X = A \oplus B \oplus C$

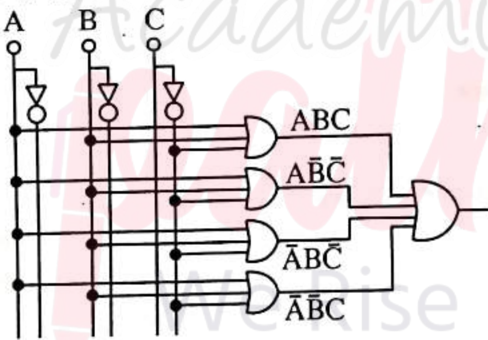
$Y = (A \oplus B)C + AB$

Input			**Output**	
A	B	C	$A \oplus B \oplus C = X$	$Y = (A \oplus B)C + AB$
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

ঘ. $X = A \oplus B \oplus C = (\bar{A}B + A\bar{B}) \oplus C = \overline{\bar{A}B + A\bar{B}}C + (\bar{A}B + A\bar{B})\bar{C}$

$= (\overline{\bar{A}B})(\overline{A\bar{B}})C + \bar{A}B\bar{C} + A\bar{B}\bar{C} = (A + \bar{B})(\bar{A} + B)C + \bar{A}B\bar{C} + A\bar{B}\bar{C} = ABC + \bar{A}\bar{B}C + \bar{A}B\bar{C} + A\bar{B}\bar{C}$

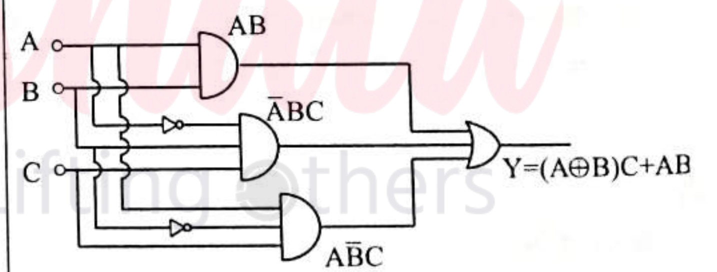
উদ্দীপকের X কে মৌলিক গেট দ্বারা বাস্তবায়ন করা হল।

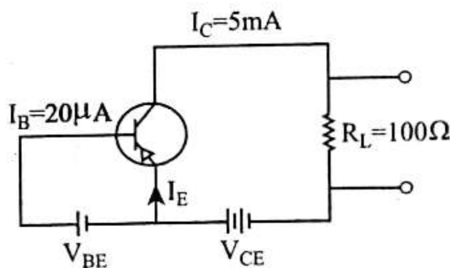


$Y = (A \oplus B)C + AB$

$Y = \bar{A}BC + A\bar{B}C + AB$

Y কে মৌলিক গেট দ্বারা বাস্তবায়ন করা হল:



21. 

[JB'21]

(গ) উদ্দীপকের ভিত্তিতে প্রবাহ বিবর্ধক গুণক নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের তথ্যানুসারে প্রবাহ লাভ 100% পাওয়া সম্ভব কি-না – গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও। ৪

উত্তর

গ. আমরা জানি,
প্রবাহ বিবর্ধন গুণক, $\alpha = \frac{I_C}{I_E} = 0.996$ Ans.

দেওয়া আছে,
$I_B = 20\mu A = 2 \times 10^{-5}$ A
$I_C = 5mA = 5 \times 10^{-3}$ A
$\therefore I_E = I_C + I_B = 5.02 \times 10^{-3}$ A

ঘ. [প্রশ্ন ভুলক্রমে ১০০ এর পরিবর্তে ১০০% দেওয়া হয়েছে]
আমরা জানি,
প্রবাহ লাভ, $\beta = \frac{I_C}{I_B} = 250$

দেওয়া আছে, $I_C = 5 \times 10^{-3}$ A
$I_B = 2 \times 10^{-5}$ A

$\therefore$ উদ্দীপকের তথ্যানুসারে প্রবাহ লাভ 250। অর্থাৎ, প্রবাহ লাভ ১০০ পাওয়া সম্ভব নয়।

22. কমন ইমিটার ট্রানজিস্টর সংযোগে **0.95V** ও **1.15V** বিভব প্রয়োগ করলে যথাক্রমে **10 mA** ও **30 mA** বেস প্রবাহ পাওয়া যায়। ট্রানজিস্টরটির প্রবাহ লাভ $\boldsymbol{\beta = 75}$ এবং লোড রোধ **100Ω.** **[CB'21]**
(গ) ট্রানজিস্টরটির প্রবাহ বিবর্ধন গুণক $\boldsymbol{\alpha}$ নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) উদ্দীপকের ট্রানজিস্টর সংযোগটি বিবর্ধক হিসেবে কাজ করে- গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. আমরা জানি, $\alpha = \frac{\beta}{\beta+1} = \frac{75}{76} = 0.9868$

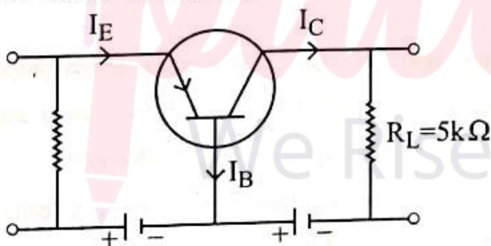
ঘ. $\Delta I_B = (30 - 10)mA = 20mA = 20 \times 10^{-3}$ A ; $\beta = 75$; $\beta = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B}$; $\Delta I_C = \beta \Delta I_B = 75 \times 20 \times 10^{-3} = 1.5$ A
$\because \Delta I_B < \Delta I_C$; তাই এটি বিবর্ধক হিসেবে কাজ করে।

23. পদার্থবিজ্ঞান বিষয়ে রিমি $\mathbf{(105)_8}$, জিমি $\mathbf{(4F)_{16}}$ এবং সিমি $\mathbf{(100111)_2}$ নম্বর পেয়েছে। **[CB'21]**
(গ) সিমির প্রাপ্ত নম্বর ডেসিমেলে রূপান্তর কর। ৩
(ঘ) রিমির ও জিমির মধ্যে কে বেশি নম্বর পেয়েছে? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. $(100111)_2 = (1 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0)_{10} = (39)_{10}$
$\therefore$ সিমি 39 নম্বর পেয়েছে।

ঘ. রিমি পেয়েছে, $(105)_8 = (1 \times 8^2 + 0 \times 8^1 + 5 \times 8^0)_{10} = (69)_{10}$ নম্বর
জিমি পেয়েছে, $(4F)_{16} = (4 \times 16^1 + F \times 16^0)_{10} = (79)_{10}$
জিমি বেশি নম্বর পেয়েছে।

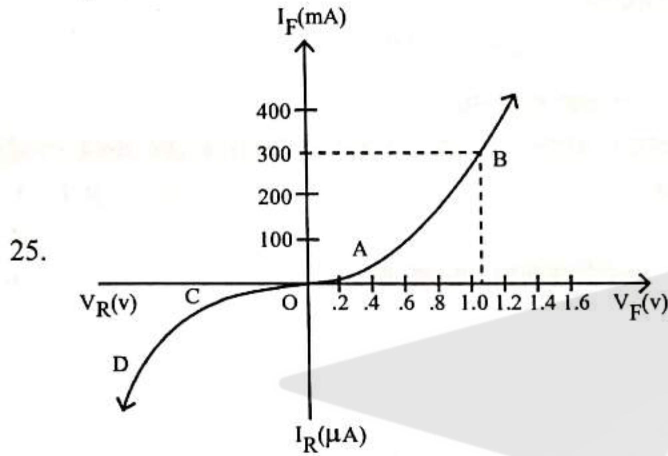
24. 

চিত্রের ট্রানজিস্টরটির ক্ষেত্রে নিঃসারক প্রবাহ **0.80 mA** এবং পীঠ প্রবাহ **0.06mA** পাওয়া যায়। পরবর্তীতে **0.10V** ইনপুট ভোল্টেজ সরবরাহ করা হলে নিঃসারক প্রবাহ **1mA** পাওয়া যায়। **[Din.B'21]**
(গ) প্রথম ক্ষেত্রে ট্রানজিস্টরটির প্রবাহ লাভ নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) দ্বিতীয় ক্ষেত্রে ট্রানজিস্টরটি বিবর্ধক হিসেবে কাজ করবে কি-না তা গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. প্রথম ক্ষেত্রে ট্রানজিস্টরটির,
নিঃসারক প্রবাহ, $I_E = 0.8$ mA
পীঠ প্রবাহ, $I_B = 0.06$ mA
সংগ্রাহক প্রবাহ, $I_C = I_E - I_B = 0.74$ mA
$\therefore$ প্রবাহ লাভ, $\beta = \frac{I_C}{I_B} = \frac{0.74}{0.06} = 12.33$

ঘ. দেওয়া আছে,
ইনপুট ভোল্টেজ, $V_i = 0.10\ V$
নিঃসারক প্রবাহ, $I_E = 1\ mA$
এবং পীঠ প্রবাহ, $I_B = 0.06\ mA$ হলে, $I_C = I_E - I_B = 0.94\ mA$
$\therefore$ আউটপুট ভোল্টেজ, $V_0 = I_C \times R_L = (0.94 \times 10^{-3} \times 5 \times 10^3)V = 4.7\ V$
$\therefore V_o > V_i$
সুতরাং এটি বিবর্ধক হিসেবে কাজ করবে।

25. 

p-n জাংশনের I-V লেখচিত্র দেখানো হয়েছে। [Din.B'21]

(গ) **AB অংশে গতীয় রোধ নির্ণয় কর।** ৩
(ঘ) **লেখচিত্রের OCD এবং OAB অংশের তুলনামূলক বিশ্লেষণ কর।** ৪

উত্তর

গ. AB অংশে, $\Delta V = (1.05 - 0.4)V = 0.65\ V$
$\Delta I = (300 - 40)\ mA = 260\ mA$
$\therefore$ গতীয় রোধ, $R = \frac{\Delta V}{\Delta I} = \frac{0.65}{260 \times 10^{-3}} = 2.5\Omega$

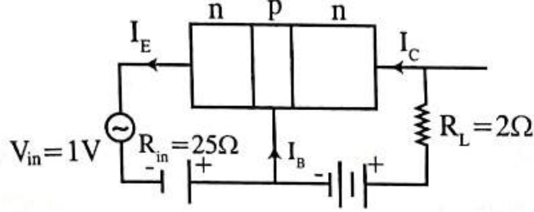
ঘ. চিত্রে, OCD এবং OAB অংশের লেখচিত্রে যথাক্রমে ফরোয়ার্ড বায়াস ও রিভার্স বায়াস ঘটে।
OAB অংশে-ডায়োডের বৈশিষ্ট্য লেখ থেকে দেখা যায় যে, সম্মুখী ঝোঁকের ক্ষেত্রে সংযোগ দেওয়ার পর p-n জাংশনের বিভব বাধার কারণে প্রথমে কোনো প্রবাহ পাওয়া যায় না। প্রযুক্ত বিভবের মান একটি নির্দিষ্ট মান অতিক্রমের পর প্রবাহ সূচকীয়ভাবে বৃদ্ধি পেতে থাকে। এটি মূলত নী ভোল্টেজ।
OCD অংশে- বিমুখী ঝোঁকের ক্ষেত্রে সংযোগ দেওয়ার পর জাংশনের বিভব বাধা বহুলাংশে বৃদ্ধি পায় ফলে সঙ্গত কারণে কোনো তড়িৎ প্রবাহ হওয়ার কথা না। কিন্তু এখানে লঘিষ্ঠ আধান বাহকের কারণে সামান্য প্রবাহ হয় যা পরবর্তীতে বিভব বৃদ্ধিতেও একই থাকে। এই বিমুখী সম্পৃক্ত প্রবাহের পর বিমুখী ভোল্টেজ ক্রমাগত বাড়ালে হঠাৎ বিপুল তড়িৎ প্রবাহ ঘটে এবং ডায়োড ব্রেকডাউন ঘটে।

26. **একটি অ্যাম্পিয়ার বর্তনীর ভার রোধ 4500Ω। এই বর্তনীতে ট্রানজিস্টরের সাধারণ নিঃসারক সংযোগ ব্যবহার করা হয়েছে। বায়াসিং ভোল্টেজ 15 mV হলে পীঠ প্রবাহের পরিবর্তন 30μA এবং সংগ্রাহক প্রবাহের পরিবর্তন 3mA পাওয়া যায়।** [MB'21]
(গ) **উদ্দীপক হতে প্রবাহ লাভ নির্ণয় কর।** ৩
(ঘ) **উদ্দীপকের তথ্য থেকে ভোল্টেজ লাভ নির্ণয় করা সম্ভব হবে কি? গাণিতিক মতামত দাও।** ৪

উত্তর

গ. দেওয়া আছে,
পীঠ প্রবাহের পরিবর্তন, $\Delta I_B = 30\mu A = 3 \times 10^{-5} A$
সংগ্রাহক প্রবাহের পরিবর্তন, $\Delta I_C = 3mA = 3 \times 10^{-3} A$
$\therefore$ প্রবাহ লাভ, $\beta = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B} = 100$

ঘ. দেওয়া আছে, বর্তনীর আউটপুট রোধ, $R_L = 4500\Omega$ এবং ইনপুট ভোল্টেজ, $V_{in} = 15$ mV
আউটপুট প্রবাহের পরিবর্তন, $\Delta I_C = 3$ mA $= 3 \times 10^{-3}$ A
আমরা জানি, ভোল্টেজ লাভ, $\Delta V = \frac{\Delta V_{out}}{\Delta V_{in}} = \frac{\Delta I_C \times R_L}{15 \times 10^{-3}} = 900$
∴ ভোল্টেজ লাভ নির্ণয় করা সম্ভব।

27. 

[RB'19]

এখানে, $I_C = 35$ mA
(গ) প্রদত্ত চিত্র থেকে I_B- এর মান নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) চিত্র অনুসারে **Output signal**-এর মান **Input signal**- এর মান অপেক্ষা বেশি হবে কি না? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. দেওয়া আছে, $I_C = 35$mA
চিত্র হতে, AC বিদ্যুৎ উৎসের জন্য, $I_E = \frac{V_{in}}{R_{in}} = \frac{1V}{25\Omega} = 0.04A = 40$ mA ∴ $I_B = I_E - I_C = 5$mA

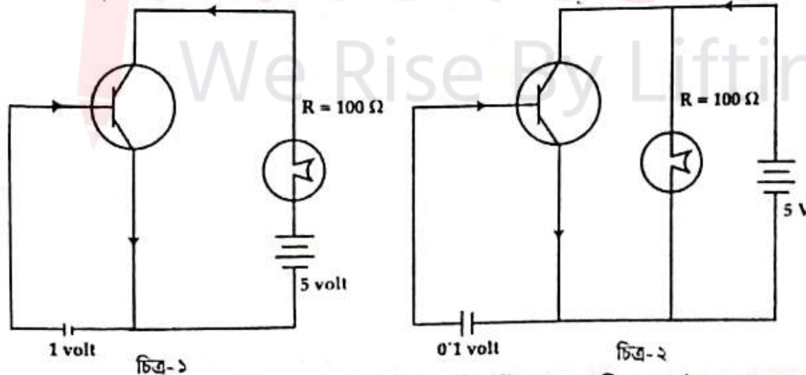
ঘ. Output signal, $V_{out} = I_C R_L = (35 \times 2)$mV $= 70$mV
Input signal, $V_{in} = 1V$
সুতরাং, Output Signal এর মান Input Signal এর মান অপেক্ষা বেশি হবে।

28. কোনো ট্রানজিস্টরের বেস কারেন্ট **105 μA** এবং কালেক্টর কারেন্ট **2.05 mA**। বেস কারেন্টের **2.7 μA** পরিবর্তনের ফলে কালেক্টর কারেন্টের প্রবাহ পরিবর্তন হলো **0.65 mA**। [Ctg.B'19]
(গ) I_E এবং α-এর মান বের কর। ৩
(ঘ) বেস ও কালেক্টর কারেন্টের পরিবর্তনের ফলে β এর মান পূর্বের তুলনায় বৃদ্ধি পাবে কি না? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

উত্তর

গ. $I_B = 105\mu A,\ I_C = 2.05mA;\ I_E = I_B + I_C = 2.155mA \therefore \alpha = \frac{I_C}{I_E} = \frac{2.05}{2.155} = 0.951$

ঘ. β এর বর্তমান মান, $\beta = \frac{I_C}{I_B} = \frac{2.05 \times 10^{-3}}{105 \times 10^{-6}} = 19.52$
$I_C' = I_C + \Delta I_C = (2.05 + 0.65)mA = 2.7mA;\ I_B' = I_B + \Delta I_B = (105 + 2.7)\mu A = 107.7\mu A$
β এর নতুন মান, $\beta' = \frac{I_C'}{I_B'} = 25.07$ ∴ β এর মান পূর্বের তুলনায় বৃদ্ধি পাবে।
[বি:দ্র: প্রকৃতপক্ষে, I_B ও I_C এর মান পরিবর্তিত হলেও সাধারণত β এর মান অপরিবর্তিত থাকে।]

29. 

[SB'19]

উভয় ট্রানজিস্টর জার্মেনিয়াম দ্বারা তৈরি। জার্মেনিয়ামের নী-ভোল্টেজ **0.3 volt**। দেওয়া আছে $I_E = 5.05 \times 10^3\ \mu A$ এবং $I_B = 50\ \mu A$।
(গ) চিত্র-১ এর জন্য প্রবাহ লাভ এর মান নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) উদ্দীপকের কোন ক্ষেত্রে বাতিটি বেশি উজ্জ্বল হবে? গাণিতিক যুক্তিসহকারে উপস্থাপন কর। ৪

উত্তর

গ. প্রবাহ লাভ, $\beta = \frac{I_C}{I_B} = \frac{I_E - I_B}{I_B} = 100$

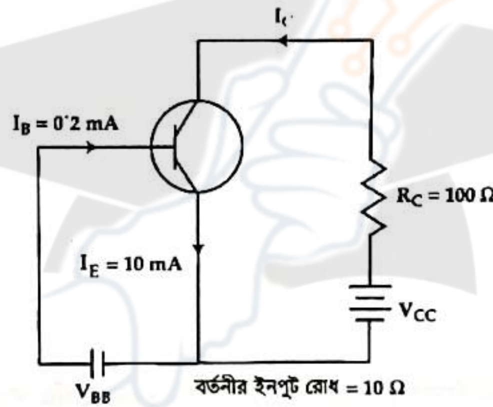
ঘ. চিত্র-১ এর ক্ষেত্রে, বাতিটির মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহের মান I_C ; $I_C = I_E - I_B = 5 \times 10^3 \mu A = 0.005A$

বাতিটির ক্ষমতা, $P_1 = I_C^2 R = 2.5mW$

চিত্র-২ এর ক্ষেত্রে, বাতিটির দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য 5V ∴ বাতিটির ক্ষমতা, $P_2 = \frac{V^2}{R} = 0.25W = 250mW$

চিত্র-২ এর বাতিটিতে প্রতি সেকেন্ডে 250mJ তাপশক্তি আলোকশক্তিতে পরিণত হবে, যেখানে চিত্র-১ এর বাতিটিতে প্রতি সেকেন্ডে মাত্র 2.5mJ তাপশক্তি আলোকশক্তিতে পরিণত হবে। [শক্তি অপচয় নগণ্য ধরে] ∴ চিত্র-২ এর ক্ষেত্রে বাতিটি বেশি উজ্জ্বল হবে।

30. একজন শিক্ষার্থী কোনো দুর্বল সংকেতকে **500** গুণ (বিভব) বিবর্ধিত করে সরল সংকেতে রূপান্তর করার জন্য নিচের বর্তনী ব্যবহার করল। **[BB'19]**



(গ) বর্তনীর প্রবাহ বিবর্ধন গুণাঙ্ক (α) নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকে বর্ণিত শিক্ষার্থী তার উদ্দেশ্য সফল করতে পারবে কি না গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

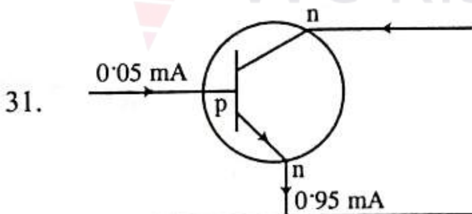
উত্তর

গ. প্রবাহ বিবর্ধন গুণাঙ্ক, $\alpha = \frac{I_C}{I_E} = \frac{I_E - I_B}{I_E} = \frac{10-0.2}{10} = 0.98$

ঘ. $V_{out} = -I_C R_C = -\beta I_B R_C$; $V_{in} = I_B R_{in}$

$\therefore \frac{V_{out}}{V_{in}} = -\frac{\beta I_B R_C}{I_B R_{in}} = -\frac{\beta R_C}{R_{in}} = -\frac{I_C}{I_B} \times \frac{R_C}{R_{in}} = -\frac{I_E - I_B}{I_B} \times \frac{R_C}{R_{in}} = -\frac{10-0.2}{0.2} \times \frac{100}{10} = -490$

∴সংকেতটি 490 গুণ (বিভব) বিবর্ধিত হবে। ∴ শিক্ষার্থী তার উদ্দেশ্য সফল করতে পারবে না।

31. 

[JB'19]

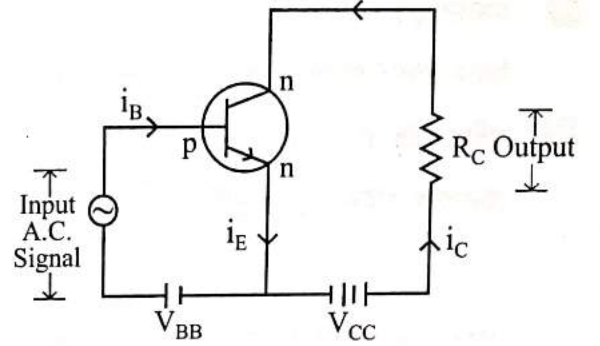
(গ) বর্তনীর প্রবাহ লাভ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের ডিভাইসটি দিক পরিবর্তী সংকেতের বিস্তার বৃদ্ধি করে-বিশ্লেষণসহ বিচার কর। ৪

উত্তর

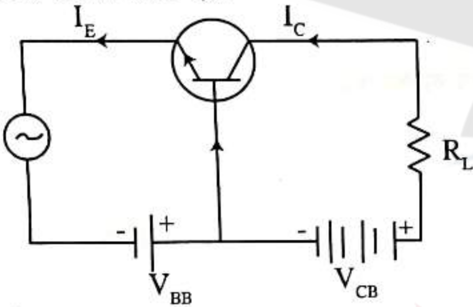
গ. $I_B = 0.05$ mA, $I_E = 0.95$ mA ∴ প্রবাহ লাভ, $\beta = \frac{I_C}{I_B} = \frac{I_E - I_B}{I_B} = 18$

ঘ. উদ্দীপকের ডিভাইসটি একটি n-p-n ট্রানজিস্টর। এটি দিক পরিবর্তী সংকেতের বিস্তার বৃদ্ধি করে। কমন এমিটার সংযোগে ডিভাইসটি ব্যবহার করে ঐটি ব্যাখ্যা করা হলো-



উপরের চিত্রে কমন এমিটার বিবর্ধকের বর্তনী সংযোগ দেখানো হয়েছে। ট্রানজিস্টর যখন বিবর্ধক হিসেবে ব্যবহার করা হয়, তখন এর বেস-এমিটার জাংশনকে সম্মুখী ঝোঁক এবং বেস-কালেক্টর জাংশনকে বিমুখী ঝোঁক প্রদান করা হয়। এর জন্য বায়াসিং ভোল্টেজ V_{BB} ও V_{CC} কে সংযুক্ত করা হয়। দিক পরিবর্তী তড়িৎ প্রবাহের ধনাত্মক অর্ধচক্রে বেস ভোল্টেজ এবং বেস কারেন্টের মান বৃদ্ধি পায়। চিত্র হতে দেখা যায়, i_B এর মান বৃদ্ধি পেলে বেস হতে ইলেকট্রনের প্রবাহ (তড়িৎ প্রবাহের বিপরীত দিকে) বেরিয়ে আসে। ফলে বেসে ইলেকট্রনের ঘাটতি বেড়ে যায়।

যেহেতু, বেস-এমিটার জাংশন সম্মুখী ঝোঁক প্রাপ্ত অর্থাৎ এমিটারের বিভব বেসের বিভব হতে কম এবং একই সঙ্গে এমিটারে ইলেকট্রনের আধিক্য বেশি, তাই বেসের ইলেকট্রন ঘাটতি পূরণের জন্য এমিটার হতে প্রচুর সংখ্যক ইলেকট্রন বেসের দিকে আসে। এর ফলে এমিটারে ইলেকট্রনের প্রবাহ এবং তড়িৎ প্রবাহ i_E বেড়ে যায়। এমিটার হতে আসা এই বিপুল সংখ্যক ইলেকট্রনের সামান্য কিছু সংখ্যক বেসের ইলেকট্রন ঘাটতি পূরণের জন্য যথেষ্ট হয়। বাকি ইলেকট্রনগুলো বেস হতে কালেক্টরের দিকে প্রবাহিত হয় (যেহেতু বেস-কালেক্টর জাংশন বিমুখী ঝোঁক প্রাপ্ত, তাই ইলেকট্রনগুলো অপেক্ষাকৃত বেশি বিভবযুক্ত কালেক্টর এর দিকে অগ্রসর হয়)। এর ফলে কালেক্টরের তড়িৎপ্রবাহের মানও বেড়ে যায়। ফলে রোধের উভয় পাশে বিভব পার্থক্যও বেড়ে যায় অর্থাৎ আউটপুট ভোল্টেজ বিবর্ধিত হয়।

32. 

[Din.B'19]

চিত্রে $I_E = 3$ mA, $I_B = 15$ μA

(গ) প্রবাহ লাভ (β) নির্ণয় কর। ৩

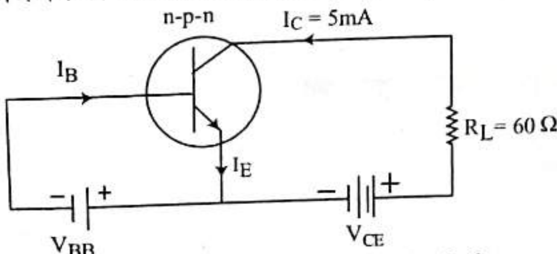
(ঘ) উদ্দীপকের ডিভাইসটি ইলেকট্রিক সুইচ হিসেবে খুবই জনপ্রিয়-বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. প্রবাহ লাভ, $\beta = \frac{I_C}{I_B} = \frac{I_E - I_B}{I_B} = \frac{3-0.015}{0.015} = 199$

ঘ. উদ্দীপকের ডিভাইসটি একটি n-p-n ট্রানজিস্টর। এটি সুইচ হিসেবে খুবই জনপ্রিয়। ট্রানজিস্টর দিয়ে তৈরি সুইচকে প্রতি সেকেণ্ডে বহু লক্ষবার অন-অফ করা যায়।

অন অবস্থায় এর বেস-এমিটার এবং বেস-কালেক্টর উভয় জাংশন সম্মুখী ঝোঁকে (forward Bias) এবং অফ অবস্থায় উভয় জাংশনই বিমুখী ঝোঁকে (Reverse Bias) থাকে। তাই বায়াস ভোল্টেজ দ্রুত পরিবর্তন করে সুইচও খুব দ্রুত অন-অফ করা যায়, এক সুইচের আউটপুটকে অন্য সুইচের ইনপুট হিসেবে ব্যবহার করা যায় এবং বহু সংখ্যক সুইচকে যুক্ত করে অতি দ্রুততার সঙ্গে জটিল গাণিতিক হিসাব সম্পন্ন করা যায়। তাছাড়া এ ডিভাইসটির দামও খুব কম এবং আকার ছোট বলে যন্ত্রের আকারও ছোট হয়। ডিজিটাল কম্পিউটারসহ নানা ক্ষেত্রে এটি বহুল ব্যবহৃত একটি ডিভাইস।

33. 

উদ্দীপকে একটি কমন এমিটার **n-p-n** অ্যাম্প্লিফায়ার বর্তনী দেখানো হল। বর্তনীর গতীয় রোধ **40Ω**। এর কারেন্ট গেইন **75**। বর্তনীর, $R_L = 60\Omega$ এবং কালেক্টর কারেন্ট **5mA**। [DB'17]

(গ) উদ্দীপকের বর্তনীর প্রবাহ বিবর্ধন গুণক নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের বর্তনী থেকে **100%** ভোল্টেজ গেইন পাওয়া সম্ভব কিনা গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. এখানে, $\beta = 75$

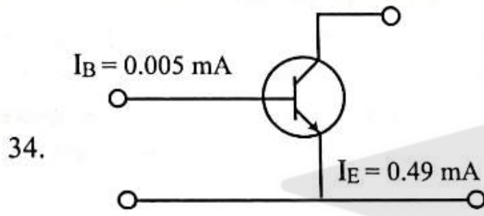
প্রবাহ বিবর্ধন গুণক, $\alpha = \frac{\beta}{1+\beta} = \frac{75}{1+75} = 0.98$ (**Ans.**)

ঘ. গতীয় রোধ, $R_D = 40\Omega$

ভোল্টেজ গেইন, $V_A = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{I_C R_L}{I_B R_D} = \frac{5\times10^{-3}\times60}{0.067\times10^{-3}\times40} = \frac{15}{2\times0.67} = 111.94\%$

[এখানে, $I_B = \frac{I_C}{\beta} = \frac{5\times10^{-3}}{75} A = 0.067 \times 10^{-3} A$]

অর্থাৎ, উদ্দীপকের বর্তনী থেকে 111.94% ভোল্টেজ গেইন পাওয়া সম্ভব যা 100% অপেক্ষা বেশি। সুতরাং 100% ভোল্টেজ গেইন পাওয়া সম্ভব নয়।

34. 

প্রদর্শিত চিত্র থেকে উত্তর দাও। **[RB'17]**

(গ) প্রবাহ বিবর্ধন গুণক α নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) প্রদর্শিত ট্রানজিস্টরের সাহায্যে বিবর্ধক বর্তনী তৈরি সম্ভব কিনা? চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর। ৪

উত্তর

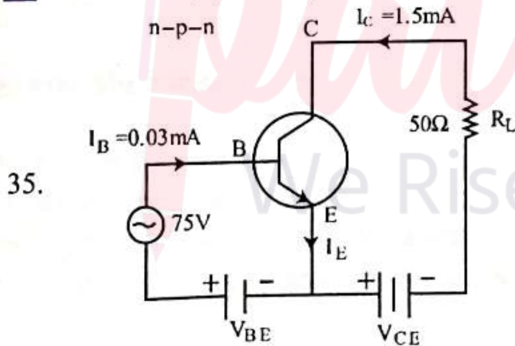
গ. আমরা জানি,

সংগ্রাহক প্রবাহ, $I_C = I_E - I_B$
$= 0.49mA - 0.005mA$
$= 0.485mA$

এখানে, পীঠ প্রবাহ $I_B = 0.005mA$
নিঃসারক প্রবাহ, $I_E = 0.49mA$
প্রবাহ বিবর্ধন গুণক, $\alpha = ?$

আমরা জানি, $\alpha = \frac{I_C}{I_E}$ বা, $\alpha = \frac{0.485mA}{0.49mA}$ ∴ $\alpha = 0.989796$ ∴ প্রবাহ বিবর্ধন গুণক 0.989796.

ঘ. 32 নং এর (ঘ) এর অনুরূপ

35. 

উদ্দীপকে একটি কমন এমিটার $n-p-n$ ট্রানজিস্টর বর্তনী দেখানো হল: **[SB'17]**

(গ) উদ্দীপকের বর্তনীর কারেন্ট গেইন α কত? ৩

(ঘ) উদ্দীপকের বর্তনীটিকে ইলেকট্রনিক সুইচ হিসেবে ব্যবহার করা যায় কি? বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ.

কারেন্ট গেইট, $\alpha = \frac{I_C}{I_B} = \frac{1.5mA}{0.03mA} = 50$

এখানে, পীঠ প্রবাহ, $I_B = 0.03$ mA
সংগ্রাহক প্রবাহ, $I_C = 1.5mA$

ঘ. পাশের চিত্রে একটি $n-p-n$ ট্রানজিস্টর সাধারণ এমিটার সংযোগে দেখানো হয়েছে।
চিত্রে V_i = ইনপুট ভোল্টেজ, V_0 = আউটপুট ভোল্টেজ = V_{CE} = কালেক্টর ও এমিটারের মধ্যে বিভব পার্থক্য।
(i) যখন $V_i = 0$, তখন বেস এমিটার জাংশনে কোনো ভোল্টেজ থাকে না, অর্থাৎ $V_{BE} = 0$ হয়। ফলে বেস কারেন্ট $I_B = 0$ হয়। এখন যেহেতু $I_B = 0$, সুতরাং কালেক্টর কারেন্ট
$I_C = 0$। চিত্র হতে আমরা পাই, $V_0 = V_S - I_C R_L$
এখন যেহেতু $I_C = 0$, যখন $V_i = 0$
$\therefore V_0 = V_s$; V_s = সরবরাহ ভোল্টেজ
(ii) V_i কে আস্তে আস্তে বৃদ্ধি করলে এবং যতক্ষণ পর্যন্ত $V_i > V_1$ অর্থাৎ $V_i \leq V_1$, ততক্ষণ বেস কারেন্ট I_B খুবই সামান্য বৃদ্ধি পায়; I_c ও সামান্য বৃদ্ধি পায়। এই অবস্থায় ট্রানজিস্টরটি বিচ্ছিন্ন বা অফ (Cut-off) রয়েছে বলা হয়।। তখন $I_C = 0$।
(iii) এখন V_i বৃদ্ধি পেয়ে V_2 হলে, কালেক্টর কারেন্ট উল্লেখযোগ্য পরিমাণ বৃদ্ধি পায় এবং সে অবস্থায় R_L এর মধ্যে বিভব পতন প্রায় সরবরাহ ভোল্টেজ V_S এর সমান হয়। তখন $V_0 = V_S - V_S = 0$ হয়। ইনপুট ভোল্টেজ V_i এর মান V_2 এর বেশি হলে I_C এর তেমন একটা পরিবর্তন ঘটে না বিধায় আউটপুট ভোল্টেজ V_0 এর ওপর কোনো প্রভাব পড়ে না। এই অবস্থায় ট্রানজিস্টরটি সম্পৃক্ত (Saturated) হয়েছে বলা হয়।
সুতরাং দেখা যায় যে ইনপুট ভোল্টেজ পরিবর্তন করে ট্রানজিস্টরটি দুটি অবস্থানে পরিবর্তন করা যায়। একটি বিচ্ছিন্ন (Cutt off) অবস্থা ($V_0 = V_S$) এবং অন্যটি সম্পৃক্ত (Saturated) অবস্থা ($V_0 = 0$)।
যেহেতু উদ্দীপকের ট্রানজিস্টরটি সাধারণ এমিটার সংযোগে আছে, তাই বেস প্রবাহের পরিবর্তন ঘটিয়ে ট্রানজিস্টরটিকে সুইচ হিসেবে ব্যবহার করা যাবে।

36. **একটি NPN ট্রানজিস্টরের 108 টি ইলেকট্রন 10^{-8}s সময়ে এমিটারে গমন করে।** **[BB'17]**
(গ) এমিটার প্রবাহ নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) যদি ১% মুক্ত ইলেকট্রন পীঠ অঞ্চলে নষ্ট হয় তবে প্রবাহ বিবর্ধকের মান কিরূপ হবে তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. আমরা জানি,
$I = \frac{q}{t}$
বা, $I = \frac{1.728\times10^{-17}C}{10^{-8}s}$
$\therefore I = 1.728\times10^{-9}A$

এখানে, ইলেকট্রনের মোট আধান,
$q = 108\times1.60\times10^{-19}C = 1.728\times10^{-17}C$
সময়, $t = 10^{-8}C$
প্রবাহ, $I = ?$

$\therefore$ এমিটার প্রবাহ, $I = 1.728\times10^{-9}A$

ঘ. এখানে, 1% মুক্ত ইলেকট্রন পীঠ অঞ্চলে নষ্ট হয়।
$\therefore$ পীঠ অঞ্চলের মুক্ত ইলেকট্রন = $\left(108 - \frac{108}{100}\right)$টি = (108 − 1.08) টি = 106.92 টি
সংগ্রাহক অঞ্চলের আধান, $q = 106.92\times1.60\times10^{-19}C = 1.71\times10^{-17}C$
সংগ্রাহক অঞ্চলের প্রবাহ, $I_C = \frac{q}{t} = \frac{1.71\times10^{-17}C}{10^{-8}s}$ $\therefore I_C = 1.71\times10^{-9}A$
আবার, এমিটার প্রবাহ, $I_E = 1.728\times10^{-9}A$
আমরা জানি, প্রবাহ বিবর্ধক গুণক, $\alpha = \frac{I_C}{I_E} = \frac{1.71\times10^{9}A}{1.728\times10^{-9}A} = 0.9896$
$\therefore$ প্রবাহ বিবর্ধন গুণক 0.9896

37. **[BB'17]**

Input		Output
P	Q	R
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

সত্যক সারণী-১

Input		Output
P	Q	R
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

সত্যক সারণী-২

(গ) সত্যক সারণী-১ কোন লজিক গেইটকে নির্দেশ করে-ব্যাখ্যা কর। ৩
(ঘ) সত্যক সারণী-২ এর নির্দেশক লজিক গেইট দ্বারা **R = P+Q** সমীকরণ বাস্তবায়ন সম্ভব-বিশ্লেষণ কর। ৪

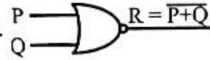
উত্তর

গ. সত্যক সারণি-১ NOR গেইটকে নির্দেশ করে ; NOR গেইটের সত্যক সারণি

ইনপুট		আউটপুট
P	Q	R
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

সমীকরণ, $R = \overline{P + Q}$

OR এর সাথে NOT যুক্ত হয়ে যে গেইট হয় তাকে NOR গেইট বলে।

NOR গেইটের লজিক সার্কিট হলো- 

ঘ. সত্যক সারণি −2 NAND গেইটকে নির্দেশ করে।

NAND গেইটের সত্যক সারণি-

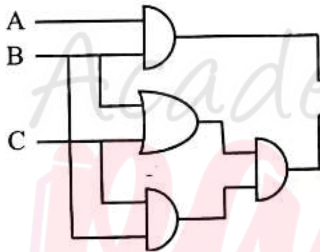
ইনপুট		আউটপুট
P	Q	R
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

NAND গেইট একটি সার্বজনীন গেইট। তাই NAND গেইট দ্বারা উল্লেখিত সমীকরণ বাস্তবায়ন সম্ভব।

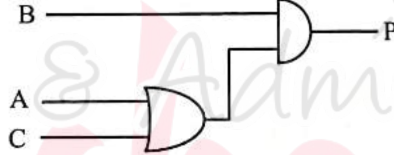
সমীকরণ, $R = P + Q = \overline{\overline{P + Q}} = \overline{\bar{P}\bar{Q}} = \overline{\overline{PP}\;\overline{QQ}}$

লজিক সার্কিট:

সত্যক সারণি −2 এর নির্দেশক লজিক গেইট দ্বারা $R = P + Q$ সমীকরণ বাস্তবায়ন করা হলো।

38. 

চিত্র-১



চিত্র-২

[CB'17]

(গ) Q-এর জন্য বুলিয়ান বীজগাণিতিক সমীকরণ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উভয় চিত্রের সত্যক সারণি এক কি-না যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. প্রথমে A ও B পরস্পরের সাথে AND গেট দিয়ে যুক্ত তাই, $Y_1 = AB$

B ও C পরস্পরের সাথে OR গেট দিয়ে যুক্ত। এদের আউটপুট, $Y_2 = B + C$

আবার, B ও C পরস্পরের সাথে AND গেট দিয়ে যুক্ত।

এক্ষেত্রে তাদের আউটপুট, $Y_3 = BC$

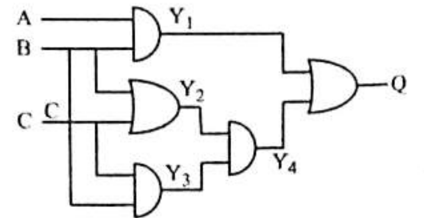
আবার, Y_3 ও Y_2 পরস্পরের সাথে AND গেট দিয়ে যুক্ত।

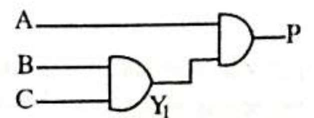
∴ আউটপুট, $Y_4 = BC\,(B + C)$

Y_4 এবং Y_1 পরস্পরের সাথে OR গেট দিয়ে যুক্ত থাকায় চূড়ান্ত আউটপুট,

$Q = Y_1 + Y_4 = AB + BC(B + C)$

ইহাই Q এর জন্য বুলিয়ান বীজগাণিতিক সমীকরণ। (Ans.)





ঘ. উদ্দীপকের দ্বিতীয় চিত্রে, A ও C পরস্পরের সাথে OR গেট দিয়ে যুক্ত $\therefore Y_1 = A + C$

এই Y_1 আবার B এর সাথে AND গেট দিয়ে যুক্ত।

$\therefore P = B(A + C)$

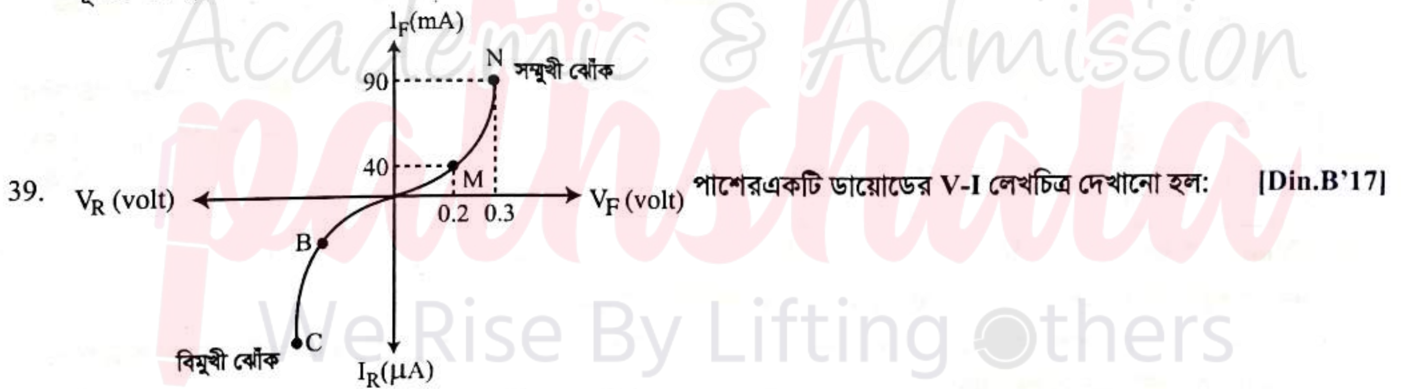
P এর জন্য সত্যক সারণি-

A	B	C	$Y_1 = A + C$	$P = B(A + C)$
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	0
0	1	1	1	1
1	0	0	0	0
1	0	1	1	0
1	1	0	1	1
1	1	1	1	1

১ম চিত্রের জন্য সত্যক সারণি-

A	B	C	AB	B+C	BC	BC(B+C)	Q=AB+BC(B+C)
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	1	0	0	0
0	1	0	0	1	0	0	0
0	1	1	0	1	1	1	1
1	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	1	0	0	0
1	1	0	1	1	0	0	1
1	1	1	1	1	1	1	1

যেহেতু ১নং চিত্রের আউটপুট Q এবং ২ নং চিত্রের আউটপুট P সকল ইনপুটের জন্য সমান, তাই বলা যায় এদের সত্যক সারণি মূলত একই।

39. 

পাশেরএকটি ডায়োডের **V-I** লেখচিত্র দেখানো হল: **[Din.B'17]**

(গ) উদ্দীপকের চিত্র থেকে ডায়োডের গতীয় রোধ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) অনেকক্ষণ ধরে বিদ্যুৎ প্রবাহের জন্য **BC** অংশের প্রবাহের চেয়ে **MN** অংশের প্রবাহ বেশী নিরাপদ— ব্যাখ্যা কর। ৪

উত্তর

গ. আমরা জানি,

$R = \frac{\Delta V}{\Delta I}$

বা, $R = \frac{0.1V}{50 \times 10^{-3} A}$

$\therefore R = 2\Omega$

এখানে,
বিভব পার্থক্যের পরিবর্তন, $\Delta V = (0.3 - 0.2)V = 0.1\ V$
তড়িৎ প্রবাহের পরিবর্তন, $\Delta I = (90 - 40)mA = 50\ mA = 50 \times 10^{-3} A$
গতীয় রোধ, R =?

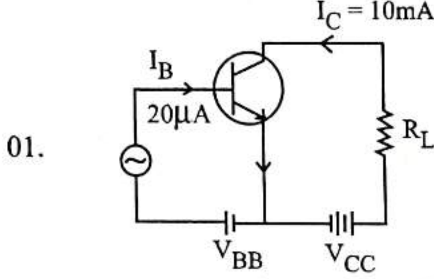
$\therefore$ গতীয় রোধ 2Ω

ঘ. উদ্দীপকের লেখচিত্রটি ডায়োড জাংশনের V – I লেখচিত্র।

BC অংশে অর্থাৎ বিমুখী ঝোঁকে ভোল্টেজ ক্রমাগত বাড়াতে থাকলেও প্রবাহমাত্রা বৃদ্ধি পায় না বললেই চলে। তবে F ভোল্টেজের একটি নির্দিষ্ট মানের জন্য জংশনের রোধ সম্পূর্ণরূপে দূরীভূত হয় এবং বিশাল মানের প্রবাহ অতিক্রম করা শুরু করে। একে ব্রেক ডাউন ভোল্টেজ বলে। এতে সার্কিটের ক্ষতি হতে পারে।

অপরদিকে MN অংশে অর্থাৎ সম্মুখী ঝোঁকে ভোল্টেজ বাড়াতে থাকলে প্রথমদিকে প্রবাহমাত্রা সামান্য বৃদ্ধি পায়। তবে এক পর্যায়ে প্রবাহমাত্রা দ্রুত বৃদ্ধি পেতে থাকে। উপরের আলোচনার প্রেক্ষিতে বলা যায়, অনেকক্ষণ ধরে বিদ্যুৎ প্রবাহের জন্য BC অংশের প্রবাহের চেয়ে MN অংশের প্রবাহ বেশি নিরাপদ।

◆ CQ: বোর্ড স্ট্যান্ডার্ড প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতামূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. 

(গ) প্রবাহ বিবর্ধন গুণক নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) ইনপুট ভোল্টেজ পরিবর্তন করে ট্রানজিস্টরটিকে একটি সুইচ হিসেবে ব্যবহার করা যায় কি? বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

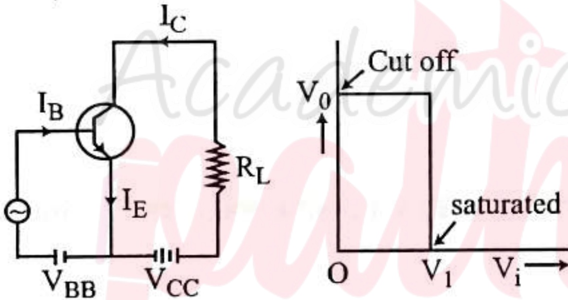
গ.

প্রবাহ বিবর্ধন গুণক $\alpha = \left(\frac{I_C}{I_E}\right)_{V_{CB}} = \left(\frac{I_C}{I_C+I_B}\right)_{V_{CB}}$

$= \frac{10}{10+20\times10^{-3}} = 0.998$

দেওয়া আছে,
$I_B = 20\mu A = 20 \times 10^{-3} mA$
$I_C = 10mA$

ঘ. ইনপুট ভোল্টেজ পরিবর্তন করে ট্রানজিস্টরটিকে একটি সুইচ হিসেবে ব্যবহার করা যায়।



কার্যনীতিঃ চিত্রে V_i = ইনপুট ভোল্টেজ, V_0 = আউটপুট ভোল্টেজ = V_{CE} = কালেক্টর ও এমিটারের মধ্যে বিভব পার্থক্য।

(i) যখন $V_i = 0$, তখন বেস এমিটার জাংশনে কোনো ভোল্টেজ থাকে না, অর্থাৎ $V_{BE} = 0$ হয়। ফলে বেস কারেন্ট $I_B = 0$ হয়। এখন যেহেতু $I_B = 0$, সুতরাং কালেক্টর কারেন্ট $I_C = 0$। চিত্র হতে আমরা পাই,

(ii) $V_0 = V_S - I_C R_L$ ... ... (i)

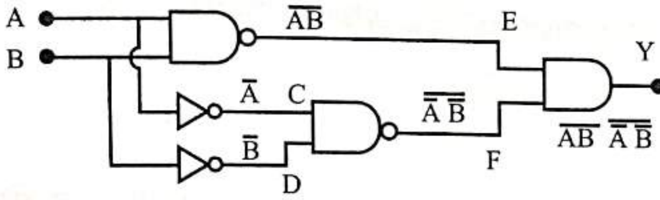
এখন যেহেতু $I_C = 0$, যখন $V_i = 0$ ∴ $V_0 = V_S$, V_S = সরবরাহ ভোল্টেজ।

(ii) V_i কে আস্তে আস্তে বৃদ্ধি করলে এবং যতক্ষণ পর্যন্ত $V_i > V_1$ অর্থাৎ $V_i \leq V_1$, তখন বেস কারেন্ট I_B খুবই সামান্য বৃদ্ধি পায়; I_C ও সামান্য বৃদ্ধি পায়। এই অবস্থায় ট্রানজিস্টরটি বিচ্ছিন্ন বা অফ (Cut-off) রয়েছে বলা হয়। তখন $I_C = 0$।

(iii) এখন V_i বৃদ্ধি পেয়ে V_2 হলে, কালেক্টর কারেন্ট উল্লেখযোগ্য পরিমাণ বৃদ্ধি পায় এবং সে অবস্থায় R_L এর মধ্যে বিভব পতন প্রায় সরবরাহ ভোল্টেজ V_S এর সমান হয়। সমীকরণ (i) অনুসারে তখন $V_0 = 0$ হয়। ইনপুট ভোল্টেজ V_i এর মান V_2 এর বেশি হলে I_C এর তেমন একটা পরিবর্তন ঘটে না বিধায় আউটপুট ভোল্টেজ V_0 এর ওপর কোনো প্রভাব পড়ে না। এই অবস্থায় ট্রানজিস্টরটি সম্পৃক্ত (saturated) হয়েছে বলা হয়।

সুতরাং দেখা যায় যে ইনপুট ভোল্টেজ পরিবর্তন করে ট্রানজিস্টরটি দুটি অবস্থানে পরিবর্তন করা যায়। একটি বিচ্ছিন্ন (cut off) অবস্থা ($V_0 = V_S$) এবং অন্যটি সম্পৃক্ত (saturated) অবস্থা ($V_0 = 0$)। ট্রানজিস্টরের এই চালু এবং বন্ধ (off and on) অবস্থা ডিজিটাল কম্পিউটারে ব্যবহৃত হয়। একটি ট্রানজিস্টর প্রতি সেকেন্ডে বহু লক্ষবার অবস্থা পরিবর্তন করতে পারে। এক সুইচের আউটপুটকে অন্য সুইচের ইনপুট হিসেবে ব্যবহার করা যায় এবং বহু সংখ্যক সুইচকে যুক্ত করে অতি দ্রুততার সঙ্গে জটিল গাণিতিক হিসাব সম্পন্ন করা যায়।

02.



(গ) উদ্দীপকের সার্কিটএর দুটি ইনপুটের জন্য সত্যক সারণি তৈরি কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের লজিক বর্তনীটি কোনো একটি একক গেইটের সমতুল্য – এটির সত্যক সারণী বিশ্লেষণ করে প্রমাণ কর। ৪

উত্তর

গ. সত্যক সারণীঃ

A	B	$X = \overline{AB}\ \overline{\overline{A}\,\overline{B}}$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

$\overline{AB}$	$\overline{\overline{A}\,\overline{B}}$
1	0
1	1
1	1
0	1

ঘ. সত্যক সারণী অনুযায়ী লজিক গেটটি XOR Gate এর সমতুল্য। XOR Gate টি হলো-

XOR Gate টি হলো-

A, B → $X = A \oplus B = \overline{A}B + A\overline{B}$

A	B	$X = \overline{A}B + A\overline{B}$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

03. আইএফ আই সি ব্যাংকের একজন হিসাবরক্ষক সংখ্যা পদ্ধতি ব্যবহারে অত্যন্ত দক্ষ। তিনি তার হিসাবের গোপনীয়তার স্বার্থে বিভিন্ন সংখ্যা পদ্ধতি ব্যবহার করে থাকেন। তিনি একদিন তার নোট বই – এ **2AF, 9F2** এবং **15F** লিখে রাখলেন।

(গ) নোট বইয়ে লিখা প্রথম সংখ্যাটিকে ডেসিমালে রূপান্তর কর। ৩

(ঘ) দ্বিতীয় সংখ্যার সাথে তৃতীয় সংখ্যার যোগফল বাইনারিতে রূপান্তর করা সম্ভব কি? গাণিতিকভাবে মতামত দাও? ৪

উত্তর

গ. 2AF হলো 16 ভিত্তিক হেক্সাডেসিমেল সংখ্যা।

$(2AF)_{16} = (2 \times 16^2 + A \times 16^1 + F \times 16^0)_{10} = (2 \times 16^2 + 10 \times 16^1 + 15 \times 16^0)_{10} = (687)_{10}$

ঘ. এখানে,9F2 এবং 15F হলো 16 ভিত্তিক হেক্সাডেসিমেল সংখ্যা। অতএব,এই দুই সংখ্যার যোগফল,

$(9F2)_{16} + (15F)_{16} = (B51)_{16}$

$(BF1)_{16}$ কে নিম্নোক্তভাবে বাইনারিতে রূপান্তর করা সম্ভব।

B 5 1

1011 0101 0001

∴ বাইনারি সংখ্যা = 101101010001

বোর্ড প্রশ্ন ২০২২ [শর্ট সিলেবাস]

ঢাকা বোর্ড

পূর্নমান: ৩০+১৫=৪৫ সময়: ২ ঘণ্টা

সৃজনশীল প্রশ্ন

পূর্ণমান: ৩০ সময়: ১ : ৪০ মিনিট

01. 0°C তাপমাত্রার 0.07 kg বরফকে একটি নির্দিষ্ট উচ্চতা থেকে ফেলে দেয়া হলো। এতে বিভব শক্তির 55% তাপে রূপান্তরিত হলো এবং এই তাপ সমস্ত বরফকে গলিয়ে দিলো। কিছু সময় পর বরফগলা পানির তাপমাত্রা 5°C এ উন্নীত হলো। দেয়া আছে, বরফ গলনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ 3.36×10^5 J kg^{-1} এবং পানির আপেক্ষিক তাপ 4200 $Jkg^{-1}K^{-1}$।

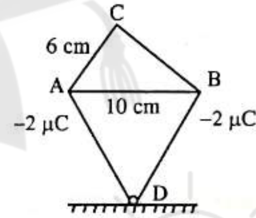
(ক) তাপগতিবিদ্যার দ্বিতীয় সূত্রটি বিবৃত কর। ১

(খ) সমআয়তন প্রক্রিয়ায় কাজ শূন্য কেন? ব্যাখ্যা দাও। ২

(গ) বরফ খণ্ডটি কত উচ্চতা থেকে ফেলা হয়েছিল? ৩

(ঘ) বরফ গলন এবং বরফগলা পানির তাপমাত্রা বৃদ্ধি কোন ক্ষেত্রে পরিবেশের উপর অধিক প্রভাব পড়বে? এনট্রপির আলোকে ব্যাখ্যা কর। ৪

02. চিত্রে 100 g ভর এবং 1 μC চার্জের একটি গোলক ভূমির উপর D বিন্দুতে অবস্থিত। এখানে AB = AD = BD এবং ∠ACB = 90°। সমগ্র ব্যবস্থাটি উল্লম্ব অবস্থায় রাখা আছে।



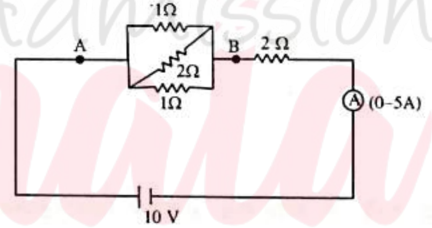
(ক) অন্তঃস্থ শক্তি কী? ১

(খ) তাপ ইঞ্জিনের দক্ষতা কখনও 100% হতে পারে না- ব্যাখ্যা কর। ২

(গ) A ও B বিন্দুর চার্জের জন্য C বিন্দুতে তড়িৎ বিভব নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) D বিন্দুর গোলকটি উপরে উঠবে কিনা? গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

03. সংযুক্ত অ্যামিটারের অভ্যন্তরীণ রোধ 0.5 Ω.



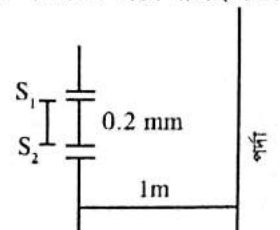
(ক) তড়িৎ দ্বিপোল কী? ১

(খ) কেন চার্জিত গোলকের কেন্দ্রে প্রাবল্য ও বিভব উভয়ই শূন্য নয়? ২

(গ) বর্তনীর A ও B বিন্দুর মধ্যবর্তী বিভব পার্থক্য নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) বর্তনীর 2 Ω রোধটি অপসারণ করলে অ্যামিটারের কি পরিবর্তনে প্রবাহমাত্রা পরিমাপ করা যাবে? গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

04. ইয়ং এর দ্বি-চিড় পরীক্ষায় 5800 Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো ব্যবহার করা হয়েছে। পরবর্তীতে দ্বি-চিড়টি 0.2 mm প্রস্থের একক চিড় দ্বারা প্রতিস্থাপন করা হলো।



(ক) সত্যক সারণি কী? ১

(খ) সূর্য থেকে আগত আলোর তরঙ্গমুখের প্রকৃতি কিরূপ হবে? ব্যাখ্যা কর। ২

(গ) ব্যতিচার ঝালরের প্রস্থ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উভয়ক্ষেত্রে একই তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলোর জন্য ১ম চরমের কৌণিক বিস্তার অভিন্ন হবে কিনা? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

05. অনন্যা সিজিয়াম ধাতুর পাতে 4.5×10^{-7}m তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো আপতিত করে ফটো-তড়িৎ ক্রিয়ার পরীক্ষা পরিচালনা করছে। সে নিবৃত্তি বিভব পেলো 1.5 V। পরবর্তীতে 5.5×10^{-7}m তরঙ্গদৈর্ঘ্যের সবুজ আলো ব্যবহার করে।
[দেয়া আছে, ইলেকট্রনের ভর $= 9.1 \times 10^{-31}$ kg]
(ক) জড় প্রসঙ্গ কাঠামো কাকে বলে? ১
(খ) কোনো বস্তুর ভর কখনো অসীম হতে পারে না কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) উদ্দীপক অনুসারে ফটোইলেকট্রনের সর্বোচ্চ গতিবেগ নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) সবুজ আলো ব্যবহার করায় ফটোতড়িৎ প্রবাহ ঘটবে কিনা? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও। ৪

06. 2010 সালে 20 g ভরের দুটি তেজস্ক্রিয় পদার্থ ছিলো। যার একটির গড় আয়ু 12.5 বছর। 2020 সালে অন্যটির 8 g অবশিষ্ট থাকে।
(ক) ভরত্রুটি কী? ১
(খ) বোরের পরমাণু মডেলের সাহায্যে কীভাবে রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলের সীমাবদ্ধতা দূর করা হয়েছে? ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) প্রথম পদার্থটির অর্ধায়ু নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) 2030 সালে উভয় পদার্থ সমপরিমাণে অবশিষ্ট থাকবে কিনা? যাচাই কর। ৪

07. একটি দুর্বল সংকেতকে 250 গুণ বিবর্ধিত করার লক্ষ্যে একটি ট্রানজিস্টর বর্তনীতে ইনপুটে 35 Ω এবং লোডে 85 Ω ব্যবহার করা হলো। বর্তনীটির ভূমিতে 50μA প্রয়োগ করলে সংগ্রাহকে 50 mA প্রবাহ পাওয়া যায়।
(ক) ফ্যারাড কাকে বলে? ১
(খ) বর্তনীর প্রান্তিক বিভব তড়িচ্চালক বলের চেয়ে ছোট হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) ট্রানজিস্টরের প্রবাহ বিবর্ধন গুণক নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) উদ্দীপকের উদ্দেশ্য পূরণ হবে কিনা? গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

08. বর্তনীতে ব্যবহৃত প্রতিটি ডায়োড অভিন্ন। এদের যে কোনটির দুইপ্রান্তে 0.6 volt বিভব পার্থক্য সৃষ্টি করায় প্রবাহ 100 mA হতে 150 mA এ পরিবর্তিত হয়। আবার ব্রীজটির সাহায্যে AC Signal কে DC Signal এ রূপান্তর করতে গিয়ে দেখা গেল D_4 ডায়োডটি নষ্ট।

D_1 D_4 D_2 D_3 R_L

(ক) NAND গেইট কী? ১
(খ) ডায়োডের জেনার ক্রিয়া ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) প্রতিটি ডায়োডের গতীয় রোধ নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) বর্তনীতে D_4 সংযুক্ত অবস্থায় AC কে DC তে রূপান্তর সম্ভব কিনা? সচিত্র ব্যাখ্যা দাও। ৪

বহুনির্বাচনি প্রশ্ন

পূর্ণমান: ১৫ সময়: ২০ মিনিট

01. রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় কোন ভৌত রাশি স্থির থাকে?
(a) তাপমাত্রা (b) চাপ
(c) এনট্রপি (d) অভ্যন্তরীণ শক্তি

02. 1.0×10^5 Nm^{-2} স্থির চাপে কোনো আদর্শ গ্যাসের আয়তন 0.04 m^3 থেকে প্রসারিত হয়ে 0.05 m^3 হলো। বহিঃস্থ কাজের পরিমাণ কত?
(a) 1 J (b) 10 J (c) 100 J (d) 1000 J

03. অপ্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়া-
(i) একটি দ্রুত প্রক্রিয়া (ii) একটি স্বতঃস্ফূর্ত প্রক্রিয়া
(iii) সিস্টেম তাপগতীয় সাম্যাবস্থা বজায় রাখে না
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

04. সবচেয়ে বেশি আধান থাকে আহিত বস্তুর-
(a) কেন্দ্র (b) অবতল তলে
(c) উত্তল তলে (d) সমতল তলে

05. চিত্রের প্রতিটি ধারকের ধারকত্ব 3 μF। A ও B বিন্দুর মধ্যে কার্যকর ধারকত্ব হবে-

A B

(a) $\frac{3}{4}$μF (b) 3 μF (c) 4 μF (d) 5 μF

উদ্দীপকটি পড় এবং পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
$\pm 5\ \mu C$ চার্জ দুটিকে 4 mm ব্যবধানে রেখে একটি তড়িৎ দ্বিমেরু গঠন করা হলো। দ্বিমেরুটিকে $2 \times 10^4\ NC^{-1}$ প্রাবল্যের তড়িৎ ক্ষেত্রে লম্বভাবে স্থাপন করা হলো।

06. উদ্দীপকে তড়িৎ দ্বিমেরু ভ্রামক কত?
(a) 2×10^{-8} Cm (b) 1.6×10^{-8} Cm
(c) 1.4×10^{-8} Cm (d) 1.2×10^{-8} Cm

07. দ্বিমেরুটিকে তড়িৎ ক্ষেত্রে লম্বভাবে স্থাপন করতে কত টর্কের প্রয়োজন হবে?
(a) 6×10^{-4} Nm (b) 4×10^{-4} Nm
(c) 2×10^{-4} Nm (d) 1.2×10^{-4} Nm

08. পানিতে i প্রবাহ t সময় ধরে চালনা করলে পানির তাপমাত্রা θ হয়। নিচের কোন লেখচিত্র ইহা প্রকাশ করে?
(a) (b) (c) (d)

09. আপেক্ষিক রোধের একক কোনটি?
(a) Ωm^{-1} (b) Ω (c) Ωm (d) Ωm^{-2}

10. কোনটি তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গ নয়?
(a) দৃশ্যমান আলো (b) X-রশ্মি
(c) গামা রশ্মি (d) আলফা রশ্মি

11. সুসংগত আলোর উৎসের ক্ষেত্রে -
(i) উৎস দুটি ক্ষুদ্র হবে
(ii) উৎস হতে সমান তরঙ্গদৈর্ঘ্যের তরঙ্গ নির্গত হবে
(iii) উৎস দুটি পরস্পর থেকে স্বল্প দূরে হতে হবে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

12. আইসোটোপের 'টোপ'- এর অর্থ কী?
(a) স্থান (b) গতি (c) ক্রিয়া (d) বিকিরণ

13. আলোকতড়িৎ ক্রিয়ায় আপতিত বিকিরণের কম্পাঙ্ক υ-এর সঙ্গে নিবৃত্তি বিভবের পরিবর্তন কোনটি?
(a) (b) (c) (d)

14. $\frac{c}{\sqrt{3}}$ বেগে চলমান একটি কণার মোট শক্তি হলো-
(a) $0.173\ m_0c^2$ (b) $\sqrt{\frac{3}{2}}\ m_0c^2$ (c) $\frac{\sqrt{2}}{4}\ m_0c^2$ (d) $1.732\ m_0c$

15. এক্স-রে এর একক হলো-
(a) বেকেরেল (b) নিউটন (c) রন্‌জেন (d) ভোল্ট

16. 1 amu ভরের সমতুল্য শক্তি কত?
(a) 932 MeV (b) 93.2 MeV (c) 9.32 MeV (d) 0.932 MeV

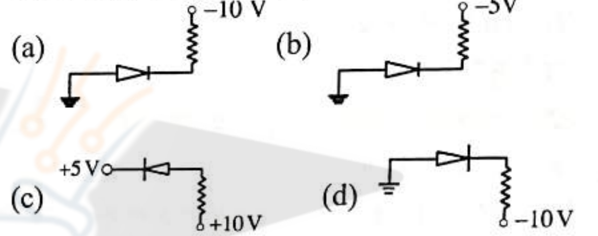
17. মাধ্যমের পরিবর্তন হলে আলোর বৈশিষ্ট্যের কী পরিবর্তন ঘটে?
(a) কম্পাঙ্ক (b) বর্ণ (c) তরঙ্গদৈর্ঘ্য (d) কোনোটিই না

18. $^{40}_{18}Ar$ ও $^{40}_{20}Ca$ হচ্ছে-
(a) আইসোমার (b) আইসোটোপ
(c) আইসোবার (d) আইসোটোন

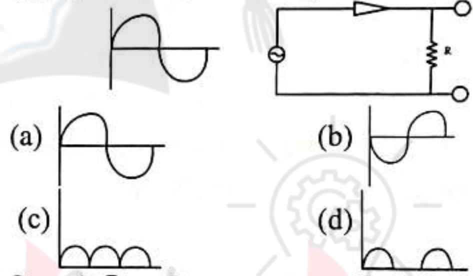
19. কক্ষপথে ঘূর্ণনশীল ইলেকট্রনের ওপর প্রযুক্ত কেন্দ্রমুখী বল-
(i) $F_c = \frac{mv^2}{r}$ (ii) $F_c = m\omega^2 r$ (iii) $F_c = mr^2$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

20. কোনো নিউক্লিয়াসের ভরত্রুটি 0.0377 amu হলে বন্ধন শক্তি কত?
(a) 31.2 MeV (b) 32.5 MeV
(c) 33.1 MeV (d) 35.1 MeV

21. নিচের কোন ডায়োডটি রিভার্স বায়াসে?



22. নিম্নলিখিত বর্তনীটির আউটপুট কোনটি?

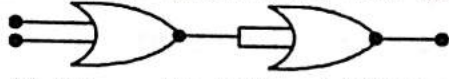


নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
একটি মিটার ব্রিজের বাম ফাঁকে 8.5 Ω এবং ডান ফাঁকে 3.5 Ω রোধ যুক্ত আছে।

23. মিটার ব্রিজটির বাম প্রান্ত থেকে কত দূরে নিঃস্পন্দ বিন্দুটি অবস্থিত?
(a) 87.70 cm (b) 83.70 cm
(c) 70.83 cm (d) 63.73 cm

24. রোধ দুটি স্থান বিনিময় করলে নিঃস্পন্দ বিন্দু বাম দিকে কি পরিমাণ সরে আসবে?
(a) 66.41 cm (b) 41.66 cm
(c) 16.41 cm (d) 16.16 cm

25. নিচের বর্তনীটি দ্বারা কোন গেটের লজিক নীতি সম্পাদিত হয়?



(a) OR (b) NOR (c) NOT (d) NAND

উত্তরপত্র

01	c	02	d	03	d	04	c	05	d	06	a	07	b	08	a	09	c	10	d
11	d	12	a	13	b	14	b	15	c	16	a	17	c	18	c	19	a	20	d
21	-	22	d	23	c	24	b	25	a										

বোর্ড প্রশ্ন ২০২২ [শর্ট সিলেবাস]

রাজশাহী বোর্ড

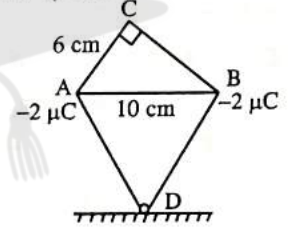
পূর্নমান: ৩০+১৫=৪৫ সময়: ২ ঘণ্টা

সৃজনশীল প্রশ্ন

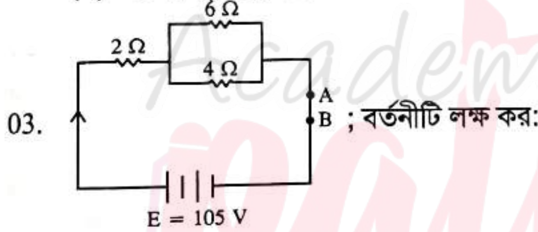
পূর্ণমান: ৩০ সময়: ১ : ৪০ মিনিট

01. আদর্শ তাপমাত্রা ও চাপে একটি সিলিন্ডারে এক মোল হিলিয়াম গ্যাস রাখা আছে। পরবর্তীতে উক্ত হিলিয়ামের আয়তন প্রথমে সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় এবং পরে রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় 1.5 গুণ করা হলো।
   (ক) তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্র বিবৃত কর। ১
   (খ) প্রান্তীয় বিভব বর্তনীর তড়িৎ চালক বল অপেক্ষা ছোট হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
   (গ) রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় গ্যাসটির চূড়ান্ত চাপ নির্ণয় কর। ৩
   (ঘ) উদ্দীপক অনুযায়ী কোন প্রক্রিয়ায় বেশি কাজ সম্পন্ন হয়েছে? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে বুঝিয়ে দাও। ৪

02. চিত্রে 100 gm ভর এবং 1 μC চার্জের একটি গোলক ভূমির উপর D বিন্দুতে অবস্থিত। এখানে $AB = AD = BD$ এবং $\angle ACB = 90°$। সমগ্র ব্যবস্থাটি উল্লম্ব অবস্থায় রাখা আছে।

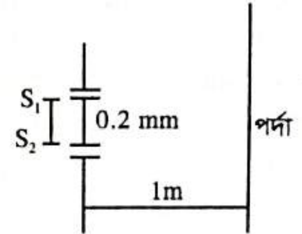


   (ক) অন্তঃস্থ শক্তি কী? ১
   (খ) তাপ ইঞ্জিনের দক্ষতা কখনও 100% হতে পারে না- ব্যাখ্যা কর। ২
   (গ) A ও B বিন্দুর চার্জের জন্য C বিন্দুতে তড়িৎ বিভব নির্ণয় কর। ৩
   (ঘ) D বিন্দুর গোলকটি উপরে উঠবে কিনা- গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

03. 

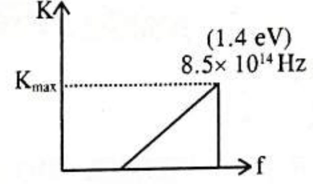
; বর্তনীটি লক্ষ কর:
   (ক) ডোপিং কী? ১
   (খ) বর্তনীতে ফিউজ ব্যবহার করা হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
   (গ) 10 সেকেন্ডে 2 Ω এ উৎপন্ন তাপের পরিমাণ নির্ণয় কর। ৩
   (ঘ) A ও B বিন্দুর মধ্যে '40W-100V' এর একটি বাল্ব শ্রেণিতে স্থাপন করলে ইহা পূর্ণ উজ্জ্বলতার সাথে জ্বলবে কিনা- গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

04. ইয়ং এর দ্বি-চিড় পরীক্ষায় 5800 Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো ব্যবহার করা হয়েছে। পরবর্তীতে দ্বি-চিড়টি 0.2 mm প্রস্থের একক চিড় দ্বারা প্রতিস্থাপন করা হলো।



   (ক) সত্যক সারণি কী? ১
   (খ) সূর্য থেকে আগত আলোর তরঙ্গমুখের প্রকৃতি কিরূপ হবে? ব্যাখ্যা কর। ২
   (গ) ব্যতিচার ঝালরের প্রস্থ নির্ণয় কর। ৩
   (ঘ) উভয়ক্ষেত্রে একই তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলোর জন্য ১ম চরমের কৌণিক বিস্তার অভিন্ন হবে কিনা? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

05. দ্বাদশ শ্রেণির বিজ্ঞানের ছাত্রী মিনা পরীক্ষাগারে ফটোতড়িৎ ক্রিয়া প্রদর্শন করে তার প্রাপ্ত ফলাফল হতে উল্লিখিত গ্রাফটি অঙ্কন করলো। পরীক্ষাগারে 1.5volt এর একটি ব্যাটারী আছে।



(ক) আপেক্ষিকতার প্রথম স্বীকার্য বিবৃত কর। ১
(খ) নিউক্লিয়ার ফিশন বিক্রিয়া দ্রুত হারে বৃদ্ধি পায় কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) সূচন তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) মিনা কি কোনোভাবে উক্ত পরীক্ষায় প্রাপ্ত ফটোপ্রবাহ ঐ ব্যাটারীর সাহায্যে বন্ধ করতে পারবে? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা দাও। ৪

06. 2010 সালে 20 gm ভরের দুটি তেজস্ক্রিয় পদার্থ ছিলো, যার একটির গড় আয়ু 12.5 বছর। 2020 সালে অন্যটির 8 gm অবশিষ্ট থাকে।
(ক) ভরত্রুটি কী? ১
(খ) বোরের পরমাণু মডেলের সাহায্যে কীভাবে রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলের সীমাবদ্ধতা অতিক্রম করা যায়—ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) প্রথম পদার্থটির অর্ধায়ু নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) 2030 সালের উভয় পদার্থ সমপরিমাণে অবশিষ্ট থাকবে কি না যাচাই কর। ৪

07. বায়ু মাধ্যমে কোনো ধারকের সমান্তরাল পাত দুটির প্রতিটির ক্ষেত্রফল 1×10^{-4} m^2 এবং তারা পরস্পর হতে 2×10^{-3} m দূরে অবস্থিত। ধারকটিকে 2 μC আধানে চার্জিত করলে পাতদ্বয়ের মধ্যে 4 mV বিভব পার্থক্যের সৃষ্টি হয়। পরবর্তীতে পাত দুটিকে সমদ্বিখণ্ডিত করে একই ব্যবধানে রেখে দুটি ধারক তৈরি করে শ্রেণি সমবায়ে সাজানো হলো।
(ক) গাউসীয় তল কাকে বলে? ১
(খ) একই দূরত্বে অবস্থিত দুটি চার্জের ক্রিয়াশীল বল পরাবৈদ্যুতিক মাধ্যম দ্বারা কীভাবে প্রভাবিত হয়- ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) আদি অবস্থায় ধারকের পাতদ্বয়ের মধ্যবিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) পরবর্তী ঘটনায় সঞ্চিত শক্তি পূর্বাপেক্ষা বৃদ্ধি পাবে কি না—গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

08. একটি দুর্বল সংকেতকে 250 গুণ বিবর্ধিত করার লক্ষ্যে একটি ট্রানজিস্টর বর্তনীতে ইনপুটে 35 Ω এবং লোডে 85 Ω ব্যবহার করা হলো। বর্তনীটির ভূমিতে 50 μA প্রয়োগ করলে সংগ্রাহকে 50 mA পাওয়া যায়।
(ক) ফ্যারাড কাকে বলে? ১
(খ) গ্যালিলিও রূপান্তর লরেঞ্জ রূপান্তরের একটি বিশেষ রূপ- ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) ট্রানজিস্টরের প্রবাহ বিবর্ধন গুণক কত? ৩
(ঘ) উদ্দীপকের উদ্দেশ্য পূরণ হবে কি না-গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

বহুনির্বাচনি প্রশ্ন

পূর্ণমান: ১৫ সময়: ২০ মিনিট

01. রিডবার্গ ধ্রুবকের মান কত?
(a) 1.097×10^7 m^{-1} (b) 1.097 m^{-1}
(c) 0.097 m^{-1} (d) 1.097×10^{-7} m^{-1}

02. কোনো তেজস্ক্রিয় মৌলের অর্ধায়ু 5 বছর। 25 বছর পর মৌলটির কত অংশ ক্ষয়প্রাপ্ত হয়?
(a) 3.127×10^{-2} (b) 3.198×10^{-1}
(c) 6.802×10^{-1} (d) 9.687×10^{-1}

03. একটি ইলেকট্রন 0.8 c বেগে গতিশীল হলে এর চলমান ভর কত kg? ইলেকট্রনের নিশ্চল ভর = 9.1×10^{-31} kg.
(a) 9.1×10^{-31} (b) 14.22×10^{-31}
(c) 15.17×10^{-31} (d) 32.76×10^{-31}

04. ফোটনের ক্ষেত্রে—
(i) স্থির ভর শূন্য (ii) শক্তি hυ (iii) বেগ 3×10^8 ms^{-1}
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

05. ইয়ং এর দ্বি-চিড় পরীক্ষায় দুটি তরঙ্গের উপরিপাতনের ফলে পর্দায় কোনো বিন্দুতে অন্ধকার ডোরা উৎপন্ন হলো। ঐ বিন্দুতে তরঙ্গদ্বয়ের মধ্যে দশা পার্থক্য (n পূর্ণ সংখ্যা বিবেচনা করে) হলো নিম্নের কোনটি?
(a) $2\pi n$ (b) $2\pi n + \frac{\pi}{4}$ (c) $2\pi n + \frac{\pi}{2}$ (d) $2\pi n + \pi$

06. ইয়ং এর দ্বিচিড় পরীক্ষায় চিড়গুলোর মধ্যবর্তী দূরত্ব অর্ধেক এবং চিড় থেকে পর্দার দূরত্ব তিনগুণ করা হলে ডোরা প্রস্থের কীরূপ পরিবর্তন হবে?
(a) অপরিবর্তিত (b) 6 গুণ হবে
(c) 3 গুণ হবে (d) 2 গুণ হবে

07. হাইগেনস এর নীতির সাহায্যে ব্যাখ্যা করা যায়-
(i) প্রতিসরণ (ii) প্রতিফলন
(iii) সমবর্তন
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

08. চিত্রে শান্টের মধ্য দিয়ে অতিক্রান্ত প্রবাহ গ্যালভানোমিটার প্রবাহের 40 গুণ। গ্যালভানোমিটারের প্রবাহ 0.1 হলে মূল প্রবাহ কত A?
I G S
(a) 4 (b) 4.1 (c) 40 (d) 41

09. একটি তড়িৎ দ্বিমেরুর ক্ষেত্রে দূরত্বের সাথে তড়িৎ প্রাবল্য কীরূপ সম্পর্কিত?
(a) $E \propto \frac{1}{r}$ (b) $E \propto \frac{1}{r^2}$ (c) $E \propto \frac{1}{r^3}$ (d) $E \propto \frac{1}{r^4}$

10. ফ্রেনেল শ্রেণির অপবর্তনে আলোকরশ্মি ও তরঙ্গমুখ কীরূপ হয়?
(a) অভিসারী ও গোলীয় (b) অপসারী ও গোলীয়
(c) সমান্তরাল ও সমতল (d) সমান্তরাল ও বেলনাকৃতি

11. 1 amu (1.66×10^{-27} kg) ভরের সমতুল্য শক্তি কত eV?
(a) 9.338×10^8 (b) 9.338×10^6
(c) 3.113 (d) 1.494×10^{-10}

12. তেজস্ক্রিয়তা-
(i) একটি নিউক্লীয় ঘটনা (ii) একটি স্বতঃস্ফূর্ত ঘটনা
(iii) মৌলের পারমাণবিক সংখ্যার উপর নির্ভরশীল
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

13. সিলিকনের জন্য যোজন ব্যান্ড ও পরিবহন ব্যান্ডের মধ্যে শক্তি ব্যবধান থাকে কোনটি?
(a) 0.3 eV (b) 0.7 eV (c) 1.1 eV (d) 6 eV

14. একই উপাদানে তৈরি দুটি পরিবাহী তারের দৈর্ঘ্য যথাক্রমে 3 m ও 6 m এবং ব্যাসার্ধ যথাক্রমে 1 cm ও 0.5 cm. এদের আপেক্ষিক রোধের অনুপাত কত?
(a) 1 : 8 (b) 1 : 4 (c) 1 : 1 (d) 4 : 1

15. উন্মুক্ত সিস্টেমে সিস্টেম ও পরিবেশের মধ্যে আদান-প্রদান হয় কোনটি?
(a) ভর ও ভরবেগ (b) ভরবেগ ও শক্তি
(c) ভর ও শক্তি (d) ভর ও চাপ

16. আয়তন অপরিবর্তিত রেখে কোনো গ্যাসে যদি কিছু তাপ প্রয়োগ করা হয়, তাহলে ঐ গ্যাসের ক্ষেত্রে-
(i) চাপ বৃদ্ধি পায় (ii) গতিশক্তি বৃদ্ধি পায় (iii) তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

17. পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবকের একক কোনটি?
(a) $C^2\ N^{-2}m^{-1}$ (b) $C^2\ N^{-1}m^{-1}$
(c) $C^2\ N^{-1}m^{-2}$ (d) একক বিহীন

18. সমবিভব তল ও তড়িৎ ক্ষেত্রের মধ্যবর্তী কোণ কত ডিগ্রি?
(a) 0° (b) 45° (c) 90° (d) 180°

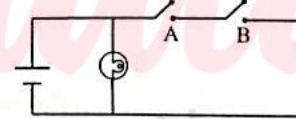
19. m ভরের এবং s আপেক্ষিক তাপের কোনো বস্তুর উচ্চ তাপমাত্রা T_1 থেকে নিম্ন তাপমাত্রার T_2 তে পরিবর্তিত হলে এর এনট্রপির পরিবর্তন হবে কোনটি?
(a) $ms\ (\ln T_2 - \ln T_1)$ (b) $ms\ (\ln T_1 - \ln T_2)$
(c) $ms \ln (T_2 - T_1)$ (d) $ms \ln(T_1 - T_2)$

20. তাপমাত্রা স্থির রেখে একটি তারকে টেনে 3 গুণ করা হলে রোধ কতগুণ হবে?
(a) অপরিবর্তিত (b) 3 (c) 9 (d) 27

21. গ্যালভানোমিটারকে অ্যামিটারে রূপান্তরের ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক?
(a) বেশি মানের রোধ সমান্তরালে যুক্ত করতে হয়
(b) বেশি মানের রোধ শ্রেণিতে যুক্ত করতে হয়
(c) স্বল্প মানের রোধ সমান্তরালে যুক্ত করতে হয়
(d) স্বল্প মানের রোধ শ্রেণিতে যুক্ত করতে হয়

22. একটি বৈদ্যুতিক বাল্বে 25 W-200 V লেখা থাকলে, বাল্বটির রোধ কত?
(a) 1600 Ω (b) 8 Ω (c) 0.125 Ω (d) 6.25×10^{-4} Ω

23. নিচের চিত্রটি কোন Gate কে নির্দেশ করে?



(a) NOR (b) NAND (c) OR (d) AND

24. একটি ট্রানজিস্টরের ক্ষেত্রে $\alpha = 0.9$ হলে β কত হবে?
(a) 0.11 (b) 0.47 (c) 2.11 (d) 9

25. একটি ফিশন বিক্রিয়ায় ${}^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{141}_{56}Ba + {}^{92}_{36}Kr$ + শক্তি + ?
(a) দুটি নিউট্রন (b) তিনটি নিউট্রন
(c) দুটি প্রোটন (d) তিনটি প্রোটন

উত্তরপত্র

01	a	02	d	03	c	04	d	05	d	06	b	07	a	08	b	09	c	10	b
11	a	12	d	13	c	14	c	15	c	16	d	17	c	18	c	19	a	20	c
21	c	22	a	23	b	24	d	25	b										

বোর্ড প্রশ্ন ২০২২ [শর্ট সিলেবাস]

চট্টগ্রাম বোর্ড

পূর্নমান: ৩০+১৫=৪৫ | সময়: ২ ঘণ্টা

সৃজনশীল প্রশ্ন

পূর্ণমান: ৩০ | সময়: ১ : ৪০ মিনিট

01. তাপ সুপরিবাহী ও অপরিবাহী পদার্থের তৈরি দুটি ঘর্ষণহীন পিস্টনযুক্ত সিলিন্ডারে 3×10^5 Pa চাপে ও 750 K তাপমাত্রায় 1 mol নাইট্রোজেন গ্যাস আছে। অতঃপর উভয় সিলিন্ডারে চাপের পরিমাণ অর্ধেক করা হলো। নাইট্রোজেনের ক্ষেত্রে $\gamma = 1{\cdot}4$ এবং $R = 8.31\ Jmol^{-1}K^{-1}$.
(ক) পানির ত্রৈধবিন্দু কাকে বলে? ১
(খ) $C_V < C_P$ কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) অপরিবাহী সিলিন্ডারের চূড়ান্ত তাপমাত্রা নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) সিলিন্ডারদ্বয়ের মধ্যে কৃতকাজের তুলনা কর। ৪

02. [চিত্র: ত্রিভুজ ABC; AB = 20 cm, AC = 20 cm, BC = 20 cm] ; উপরের চিত্রে A ও B উভয় বিন্দুতেই 150 C চার্জ দেওয়া আছে।
(ক) সান্ট কাকে বলে? ১
(খ) আধানের কোয়ান্টায়ন বলতে কী বুঝ? ২
(গ) 'C' বিন্দুর তড়িৎ প্রাবল্যের মান কত? ৩
(ঘ) 'C' বিন্দুর তড়িৎ প্রাবল্যের দিক কোন দিকে হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

03. ইয়ং এর দ্বি-চিড় পরীক্ষায় চিড় দুটির ব্যবধান 0.3 mm এবং পর্দার দূরত্ব 160 cm। নির্দিষ্ট তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো চিড়ের উপর ফেলা হলে পর্দার কেন্দ্র হতে উভয় পার্শ্বে 12 টি উজ্জ্বল ডোরা দেখা যায়।
(ক) তেজস্ক্রিয়তা কাকে বলে? ১
(খ) হাইগেনের নীতি ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্যের মান নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) চিড়ের ব্যবধান অর্ধেক করা হলে তরঙ্গদৈর্ঘ্যের কীরূপ পরিবর্তন হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

04. [বর্তনী চিত্র: $I_B = 0.03$ mA, $I_C = 1.5$mA, $R_i = 30\Omega$, R_L = 50Ω, I_E, B, C, E, V_{BB}, V_{CC}] ; উদ্দীপকে একটি কমন এমিটার n-p-n ট্রানজিস্টর বর্তনী দেখানো হলো—
(ক) ডোপিং কী? ১
(খ) ডায়োডের সম্মুখী ঝোঁক বলতে কী বুঝ? ২
(গ) উদ্দীপকের বর্তনীর কারেন্ট গেইন β কত? ৩
(ঘ) বেস প্রবাহ ও কালেক্টর প্রবাহ দ্বিগুণ করা হলে ভোল্টেজ গেইনের কীরূপ পরিবর্তন হবে? গাণিতিকভাবে- বিশ্লেষণ কর। ৪

05. [বর্তনী চিত্র: I_1, $R_1 = 10\ \Omega$; I_2, $R_2 = 6\ \Omega$; I; $R_3 = 10\ \Omega$; E = 6 V]

(ক) তাড়ন বেগ কী? ১
(খ) তড়িচ্চালক শক্তি ও বিভব পার্থক্যের মধ্যে পার্থক্য লেখ। ২
(গ) বর্তনীর প্রবাহ নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) R_3 এর সাথে কত মানের রোধ কীভাবে যুক্ত করলে এর ভেতর দিয়ে R_1 এর সমান প্রবাহ পাওয়া যাবে? গাণিতিকভাবে তোমার মতামত দাও। ৪

06. 5.55×10^{14} Hz সূচন কম্পাঙ্কের একখণ্ড ধাতুর উপর 2800 Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো পতিত হলে ধাতু থেকে ইলেকট্রন নির্গত হয়।
(ক) দৈর্ঘ্য সংকোচন কাকে বলে? ১
(খ) ভরের আপেক্ষিকতা বলতে কী বুঝ? ২
(গ) নির্গত ফটোইলেকট্রনের সর্বোচ্চ গতিবেগ নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) ধাতুখণ্ডের উপর 3800 Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো আপতিত হলে ইলেকট্রন নির্গত হবে কি না? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

07. ট্রিটিয়ামের অবক্ষয় ধ্রুবক $5.54 \times 10^{-2}\ Y^{-1}$।
(ক) ক্ষয় ধ্রুবক কাকে বলে? ১
(খ) তেজস্ক্রিয় ক্ষয় সূত্র ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) উদ্দীপকে প্রদত্ত ট্রিটিয়ামের 64% ক্ষয় হতে কত সময় লাগবে? ৩
(ঘ) উদ্দীপকে প্রদত্ত তেজস্ক্রিয় মৌলটির অর্ধায়ু অপেক্ষা গড় আয়ু বেশি—সত্যতা যাচাই কর। ৪

08. একটি সমান্তরাল পাত ধারকের প্রতি পাতের ক্ষেত্রফল $4\ mm^2$। পাতদ্বয় বায়ুতে পরস্পর হতে 0.5 m ব্যবধানে অবস্থিত। প্রত্যেক পাতে সরবরাহকৃত চার্জের পরিমাণ 6×10^{-9} C।
(ক) বিন্দু আধান কী? ১
(খ) 1 eV বলতে কী বুঝ? ২
(গ) ধারকটির ধারকত্ব নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) পাতদ্বয়ের মধ্যকার বিভব পার্থক্য অর্ধেক করা হলে ধারকটির সঞ্চিত শক্তি পূর্বেকার সঞ্চিত শক্তির এক-চতুর্থাংশ হবে কি না? গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

বহুনির্বাচনি প্রশ্ন

পূর্ণমান: ১৫ | সময়: ২০ মিনিট

01. এনট্রপির একক কোনটি?
(a) NK^{-1} (b) JK^{-1} (c) $JK^{-1}mol^{-1}$ (d) $N^{-1}m^{-1}C^2$

02. মাইকেলসন-মর্লির পরীক্ষার সিদ্ধান্তসমূহ হচ্ছে-
(i) ইথার মাধ্যম বলতে এ মহাবিশ্বে কিছু নেই
(ii) গ্যালিলিওর রূপান্তর সঠিক
(iii) আলোর বেগ একটি ধ্রুব রাশি যা কোনো পর্যবেক্ষকের উপর নির্ভরশীল নয়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

03. অপবর্তন এক বিশেষ ধরনের-
(a) সমবর্তন (b) প্রতিফলন (c) ব্যতিচার (d) প্রতিসরণ

04. তড়িৎ ফ্লাক্সের একক কী?
(a) $NC^{-1}m^2$ (b) JC^{-1} (c) V (d) Vm^{-1}

05. Intermediate Vector boson কোন মৌলিক বলের ক্ষেত্রকণার নাম?
(a) সবল নিউক্লিয় বল (b) দুর্বল নিউক্লিয় বল
(c) মহাকর্ষ বল (d) তড়িৎ চুম্বকীয় বল

06. নিউট্রনের ক্ষেত্রে সঠিক হল-
(i) এটি চার্জহীন কণিকা
(ii) এটি ক্ষয়প্রাপ্ত হলে একটি প্রোটন, একটি ইলেকট্রন ও একটি এন্টি নিউট্রিনো তৈরি করে
(iii) এটি অত্যধিক ভেদন ক্ষমতাসম্পন্ন
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

07. $p-n$ জাংশন বিমুখী ঝোঁকে থাকাকালীন ভোল্টেজ ক্রমশ বাড়াতে থাকলে একটি বিশেষ ভোল্টেজে প্রবাহ মাত্রা হঠাৎ খুব বেড়ে যায়। এই ভোল্টেজকে বলা হয়-
(a) হল ভোল্টেজ (b) লস্ট ভোল্টেজ
(c) জেনার ভোল্টেজ (d) কোনোটিই নয়

08. $(19E)_{16}$ হেক্সাডেসিমেল নম্বরটি ডেসিমেলে কত সংখ্যা নির্দেশ করে?
(a) 214 (b) 314 (c) 414 (d) 514

09. কোনো তেজস্ক্রিয় মৌলের 1 দিন পর $\frac{1}{16}$ অংশ অবশিষ্ট থাকলে অর্ধায়ু হবে-
(a) 12 ঘণ্টা (b) 6 ঘণ্টা (c) 3 ঘণ্টা (d) 2 ঘণ্টা

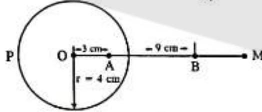
10. সমোষ্ণ প্রক্রিয়ার ক্ষেত্রে প্রযোজ্য হলো-
(i) এ প্রক্রিয়ায় তাপমাত্রা স্থির থাকে
(ii) এ প্রক্রিয়ায় $dQ = -dW$
(iii) এ প্রক্রিয়ায় সিস্টেম ও পরিবেশের মধ্যে তাপের আদান-প্রদান হয়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

11. ইয়ং-এর দ্বিচিড় পরীক্ষায় সৃষ্ট ব্যতিচার ঝালরে পর পর দুটি উজ্জ্বল ডোরার ব্যবধান (Δx) এবং একটি উজ্জ্বল ডোরার প্রস্থ (δx) এর মধ্যে সম্পর্ক নিচের কোনটি?
(a) $\Delta x = 2\delta x$ (b) $\delta x = 2\Delta x$ (c) $\delta x = \frac{\Delta x}{4}$ (d) $\Delta x = \frac{\delta x}{4}$

12. বিভব পার্থক্যের জন্য নিচের কোনটি সঠিক নয়?
(a) বিভব পার্থক্য বর্তনীর যেকোনো দুই বিন্দুর মধ্যে তড়িৎ সরবরাহ করে
(b) বিভব পার্থক্য পরিবাহীর রোধের উপর নির্ভর করে
(c) বর্তনীর যে কোনো দুই বিন্দুর বিভব পার্থক্য তড়িচ্চালক বলের ফল
(d) বর্তনীর যে কোনো অংশের বিভব পার্থক্য কোষের তড়িচ্চালক শক্তি অপেক্ষা বেশি

13. থার্মোমিতির মূল সমীকরণ নিচের কোনটি?
(a) $\frac{N}{\theta-\theta_{ice}} = \frac{X_\theta - X_{ice}}{X_{steam} - X_{ice}}$ (b) $\frac{\theta-\theta_{ice}}{N} = \frac{X_\theta - X_{ice}}{X_{steam} - X_{ice}}$
(c) $\frac{N}{\theta-\theta_{ice}} = \frac{X_{steam} - X_{ice}}{X_\theta - X_{ice}}$ (d) $\frac{\theta-\theta_{ice}}{N} = \frac{X_{steam} - X_{ice}}{X_\theta - X_{ice}}$

নিচের চিত্রের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:

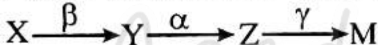


P একটি ফাঁপা গোলক যার পৃষ্ঠে $+2 \times 10^{-10}$C চার্জ রয়েছে।

14. A বিন্দুর বিভব কত?
(a) 35 V (b) 45 V (c) 55 V (d) 60 V

15. A বিন্দুর তড়িৎ প্রাবল্যের তুলনায় B বিন্দুর প্রাবল্য কত গুণ?
(a) 3 গুণ (b) 6 গুণ (c) 9 গুণ (d) অসীম

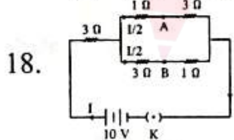
নিচের তথ্যচিত্রের ভিত্তিতে পরবর্তী প্রশ্নে দুইটির উত্তর দাও:



[এখানে α, β ও γ যথাক্রমে Y, X ও Z হতে রশ্মির বিকিরণ বোঝানো হয়েছে। M মৌলের ভরসংখ্যা 210 এবং পারমাণবিক সংখ্যা 82]

16. Y মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা কত?
(a) 84 (b) 82 (c) 80 (d) 78

17. উদ্দীপকের X ও Y মৌল হল-
(a) আইসোবার (b) আইসোটোন
(c) আইসোটোপ (d) আইসোমার

18. 

প্রদত্ত বর্তনীর A ও B বিন্দুর বিভব পার্থক্য কত?
(a) 1.50 V (b) 1.82 V (c) 2 V (d) 5 V

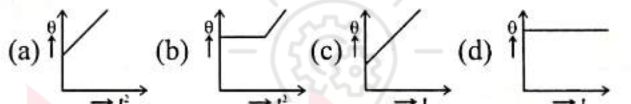
19. নিচের কোনটি পোলার ডাইইলেকট্রিক পদার্থ নয়?
(a) NH_3 (b) HCl (c) H_2O (d) CH_4

20. আলোক তড়িৎ ক্রিয়ার বৈশিষ্ট্য হলো–
(i) এটি একটি তাৎক্ষণিক ঘটনা
(ii) ফটো ইলেকট্রনের গতিশক্তি আপতিত আলোর কম্পাঙ্কের সমানুপাতিক
(iii) ফটোতড়িৎ প্রবাহের মান আপতিত আলোর তীব্রতার ব্যস্তানুপাতিক
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

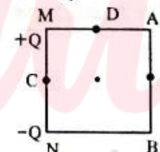
21. পূর্ণ তরঙ্গ রেকটিফায়ারে সর্বোচ্চ কতটি ডায়োড প্রয়োজন?
(a) 1 (b) 2 (c) 3 (d) 4

22. অসম মানের দুটি রোধকে সমান্তরালে যুক্ত করে তড়িৎ প্রবাহিত করলে-
(i) রোধ দুটিতে ভিন্ন মানের তড়িৎ প্রবাহিত হবে
(ii) উভয় রোধের প্রান্তের বিভব পার্থক্য সমান হবে
(iii) কম মানের রোধে কম তাপ উৎপন্ন হবে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

23. একটি রোধককে পানিতে নিমজ্জিত করে i প্রবাহ t সময় ধরে প্রবাহিত করা হলে পানির তাপমাত্রা θ এর জন্য নিচের কোনটি সঠিক?



নিচের উদ্দীপক থেকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
ABNM একটি বর্গক্ষেত্র যার M ও N বিন্দুতে সমমানের বিপরীত ধর্মী দুটি চার্জ স্থাপন করা হয়েছে।



24. বর্গক্ষেত্রের কেন্দ্রে নিট তড়িৎ ক্ষেত্রের দিক বর্গক্ষেত্রের সাপেক্ষে কোন দিকে হবে?
(a) উপরের দিকে (b) নিচের দিকে
(c) ডান দিকে (d) বাম দিকে

25. কোন বিন্দুতে তড়িৎ ক্ষেত্রের মান সবচেয়ে বেশি হবে?
(a) A (b) B (c) C (d) D

উত্তরপত্র

01	b	02	c	03	c	04	a	05	b	06	d	07	c	08	c	09	b	10	b
11	a	12	d	13	b	14	b	15	d	16	a	17	a	18	c	19	d	20	a
21	d	22	a	23	c	24	b	25	c										

বোর্ড প্রশ্ন ২০২২ [শর্ট সিলেবাস]

সিলেট বোর্ড

পূর্ণমান: ৩০+১৫=৪৫ **সময়: ২ ঘণ্টা**

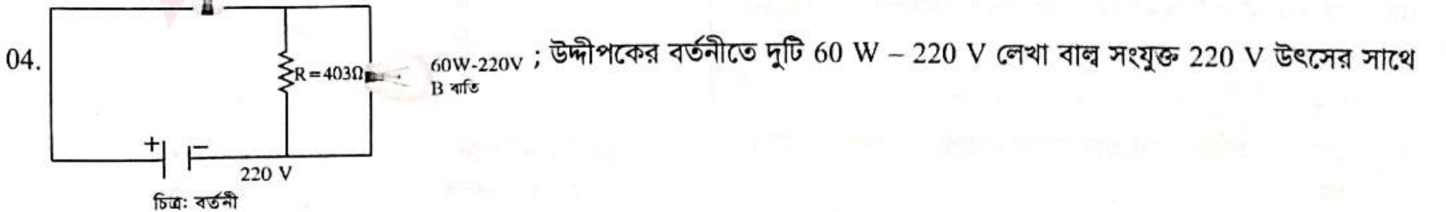
সৃজনশীল প্রশ্ন

পূর্ণমান: ৩০ সময়: ১ : ৪০ মিনিট

01. একজন ফুটবলার অনুশীলন করার সময় হঠাৎ লক্ষ্য করল যে, ফুটবলটি ফেটে বাতাস বের হচ্ছে। সে আরও লক্ষ্য করল যে, ফুটবল থেকে যে বাতাস বের হচ্ছে তা পারিপার্শ্বিকের তুলনায় উষ্ণ। ফুটবলের অভ্যন্তরস্থ বায়ুর তাপমাত্রা 27°C, বায়ুর চাপ 2 atm, বায়ুর আয়তন 1 m^3 এবং γ=1.4 ছিল।
    - (ক) এন্ট্রপি কী? ১
    - (খ) রুদ্ধতাপ প্রক্রিয়ায় গ্যাসকে সংনমিত করলে গ্যাসের তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায় কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
    - (গ) ফুটবল থেকে নির্গত বায়ুর চূড়ান্ত আয়তন নির্ণয় কর। ৩
    - (ঘ) উদ্দীপকের ফুটবলের ভিতর থেকে নির্গত বাতাস পারিপার্শ্বিকের তুলনায় গরম হাওয়ার কারণ কী? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণপূর্বক ব্যাখ্যা কর। ৪

02. দু'টি তাপ ইঞ্জিন 400 K এবং 800 K তাপমাত্রার ব্যবধানে কার্যকর। ইঞ্জিন দু'টিতে ব্যবহৃত জ্বালানির আপেক্ষিক তাপ যথাক্রমে 2000 $Jkg^{-1}K^{-1}$ এবং 1500 $Jkg^{-1}K^{-1}$ ইঞ্জিন দু'টিতে 10 gm ভরের ভিন্ন কার্যকর পদার্থ ব্যবহার করা হয়েছে।
    - (ক) ত্রৈধ বিন্দু কাকে বলে? ১
    - (খ) "এন্ট্রপির পরিবর্তন সর্বদা ধনাত্মক"- ব্যাখ্যা কর। ২
    - (গ) প্রথম ইঞ্জিনের দক্ষতা 10% বাড়াতে হলে উৎসের তাপমাত্রা কত বাড়াতে হবে? ৩
    - (ঘ) উদ্দীপকের আলোকে কোন ইঞ্জিনটি বেশি পরিবেশ বান্ধব হবে? তোমার মতামত গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

03. দুটি একইরকমের ক্ষুদ্র ধাতব বলে যথাক্রমে +3 nC এবং -12 nC আধান আছে। এরা বায়ুতে 3 cm ব্যবধানে থাকলে এদের মধ্যে তড়িৎ আকর্ষণ বল ক্রিয়া করে। পরবর্তীতে বল দুটি পরস্পরের সাথে স্পর্শ করে পুনরায় 3 cm ব্যবধানে রাখা হলো।
    - (ক) কুলম্ব কাকে বলে? ১
    - (খ) সমধর্মী চার্জ পরস্পরকে বিকর্ষণ করে কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
    - (গ) প্রথম ক্ষেত্রে তড়িৎ আকর্ষণ বলের মান নির্ণয় কর। ৩
    - (ঘ) উদ্দীপকের দ্বিতীয় ক্ষেত্রে তড়িৎ বলের প্রকৃতি পূর্বের সমান না ভিন্ন– গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

04. 

চিত্র: বর্তনী

; উদ্দীপকের বর্তনীতে দুটি 60 W – 220 V লেখা বাল্ব সংযুক্ত 220 V উৎসের সাথে সংযোগ দেয়া হলো।
    - (ক) রোধ কী? ১
    - (খ) একই তাপমাত্রায় ভিন্ন উপাদানবিশিষ্ট পরিবাহীর আপেক্ষিক রোধ ভিন্ন হয় – ব্যাখ্যা কর। ২
    - (গ) প্রত্যেক বাতির ফিলামেন্টের রোধ কত? ৩
    - (ঘ) উদ্দীপকের বর্তনী হতে 'R' রোধ অপসারণ করলে A ও B বাতির উজ্জ্বলতা বাড়বে না কমবে- গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

05. একদল শিক্ষার্থী পদার্থবিজ্ঞান গবেষণাগারে ইয়ং এর দ্বি-চিড় পরীক্ষাটি সম্পন্ন করার জন্য চিড় দু'টির মধ্যবর্তী দূরত্ব 2 mm এবং চিড় থেকে পদার্থটিকে 1 m দূরে স্থাপন করল। পরীক্ষায় ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য ছিল 5900Å এবং চিড় দুটি থেকে নিঃসৃত আলোর তরঙ্গদ্বয়ের পথ পার্থক্য পেল 1.5×10^{-6} m।
(ক) হাইগেনের নীতি লেখ। ১
(খ) ইয়ং এর দ্বি-চিড় পরীক্ষায় ব্যবহৃত দুটি চিড়ের একটি বন্ধ করে দিলে পর্দায় ডোরার কীরূপ পরিবর্তন দেখা যাবে? ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) উদ্দীপকে পর্দায় সৃষ্ট ডোরার ব্যবধান নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) শিক্ষার্থীদের ইয়ং এর দ্বি-চিড় পরীক্ষায় পর্দায় কোন ধরনের ব্যতিচার সৃষ্টি হয়েছিল? তার গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও। ৪

06. একজন মহাশুন্যচারী 25 বছর বয়সে 2.5×10^8 ms^{-1} বেগে একটি রকেটে চড়ে নতুন গ্রহ অনুসন্ধানে গেল। পৃথিবীতে রকেটের দৈর্ঘ্য ছিল 72 m।
(ক) দ্য ব্রগলীর তরঙ্গ কী? ১
(খ) কৃষ্ণ গহ্বর হতে আলো নির্গত হতে পারে না কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) উক্ত গতিশীল রকেটের দৈর্ঘ্য কত হবে? ৩
(ঘ) অনুসন্ধান শেষে নভোচারী পৃথিবীর হিসাবে 25 বছর পর ফিরে আসলে আপেক্ষিক তত্ত্ব অনুযায়ী তার বয়স পৃথিবীর ক্যালেন্ডার মোতাবেক একই হবে কিনা—গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণের মাধ্যমে তোমার মতামত দাও। ৪

07. ট্রিটিয়াম একটি তেজস্ক্রিয় পদার্থ। এটি প্রতিনিয়ত ক্ষয় হচ্ছে। ট্রিটিয়ামের অর্ধায়ু 12.5 বছর।
(ক) নিউক্লিয়াস কাকে বলে? ১
(খ) পরমাণুর শক্তিস্তরের শক্তি ঋণাত্মক কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) 25 বছর পর একটি নির্দিষ্ট ট্রিটিয়াম বস্তুখণ্ডের কত অংশ অবশিষ্ট থাকবে? নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) ট্রিটিয়ামের 50% ক্ষয় হতে যে সময় লাগে তা তার গড় আয়ু অপেক্ষা বেশি না কম হবে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। ৪

08. n-p-n ট্রানজিস্টরকে প্রথমে সাধারণ নিঃসারক বিন্যাস সংযোগ দিয়ে নিঃসারক প্রবাহ 1.92 mA এবং পীঠ প্রবাহ 0.08 mA পাওয়া গেল। পরে সাধারণ ভূমি বিন্যাসে সংযোগ দিয়ে নিঃসারক প্রবাহ এবং সংগ্রাহ প্রবাহের মান পাঁচগুণ করা হলো।
(ক) ব্যান্ড তত্ত্ব কী? ১
(খ) ডোপিং কীভাবে অর্ধপরিবাহীর তড়িৎ পরিবাহীতাকে প্রভাবিত করে ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) উদ্দীপক অনুসারে প্রবাহ লাভ নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) উদ্দীপকের ট্রানজিস্টরের সংযোগ বিন্যাস পরিবর্তন করায় প্রবাহ বিবর্ধক গুণকের মান পরিবর্তন হবে কিনা—গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

বহুনির্বাচনি প্রশ্ন

পূর্ণমান: ১৫ সময়: ২০ মিনিট

01. এনট্রপির একক কোনটি?
(a) $J\ kg^{-1}$ (b) $Jkg^{-1}mol^{-1}$
(c) $J\ kg^{-1}K^{-1}$ (d) $J\ K^{-1}$

02. বোরের স্বীকার্য অনুসারে অনুমোদিত কক্ষপথে ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগ কত?
(a) $L = \frac{nh}{2\pi}$ (b) $L = \frac{2\pi}{nh}$ (c) $L = \frac{2n\pi}{h}$ (d) $L = \frac{2h}{\pi}$

03. ফ্রেনেল শ্রেণির অপবর্তনে আলোকরশ্মি ও তরঙ্গমুখ কীরূপ হয়?
(a) অভিসারী ও গোলীয় (b) অপসারী ও গোলীয়
(c) সমান্তরাল ও সমতল (d) সমান্তরাল ও বেলনাকৃতি

04. আর্গন গ্যাসের ক্ষেত্রে $\gamma = \frac{5}{3}$ হলে স্থির আয়তনে মোলার আপেক্ষিক তাপ কত?
(a) $\frac{7}{2}R$ (b) $\frac{5}{2}R$ (c) $\frac{3}{2}R$ (d) R

05. ফটোতড়িৎ ক্রিয়ায় নিচের XY গ্রাফের ঢাল কোন রাশি নির্দেশ করে?



(a) নিবৃত্তি বিভব (b) কার্যঅপেক্ষক
(c) প্ল্যাঙ্কের ধ্রুবক (d) সূচন কম্পাঙ্ক

06. হুইটস্টোন ব্রিজ নীতিতে কাজ করে-
(i) মিটার ব্রিজ
(ii) পটেনশিওমিটার
(iii) পোস্ট অফিস বক্স
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

07. তড়িৎ প্রবাহ ও তড়িৎ বিভব এর মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন করেন কোন বিজ্ঞানী?
(a) ভোল্ট (b) ওহম (c) অ্যাম্পিয়ার (d) নিউটন

08. তেজস্ক্রিয় ক্ষয় ধ্রুবকের মাত্রা কোনটি?
(a) $[T]$ (b) $[T^{-1}]$ (c) $[\lambda]$ (d) $[\lambda^{-1}]$

09. $\left(\sqrt{\epsilon_0\mu_0}\right)^{-1}$ এর মান কোনটি?
(a) 6.63×10^{-34} Js
(b) $8.85 \times 10^{-12} N^{-1}m^{-2}C^2$
(c) $9 \times 10^{-9} Nm^2C^{-2}$ (d) $3 \times 10^8 ms^{-1}$

নিচের তথ্য অনুযায়ী পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও।
20 cm ব্যাসার্ধের একটি ফাঁপা গোলকে 5 μC চার্জ প্রদান করা হলো।

10. গোলকের অভ্যন্তরে তড়িৎ প্রাবল্য কত?
(a) অসীম (b) 5.625×10^6 NC^{-1}
(c) 1.125×10^6 NC^{-1} (d) শূন্য

11. চার্জিত গোলকটির তড়িৎ বিভব (V) ও কেন্দ্র হতে দূরত্ব (r) এর মধ্যে কোনটি সঠিক লেখচিত্র?
(a) (b) (c) (d)

12. নিউক্লিয় বলের বৈশিষ্ট্য-
(i) বেশি পাল্লা (ii) আকর্ষণধর্মী
(iii) স্বল্প পাল্লা
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

13. রেফ্রিজারেটর তাপগতিবিদ্যার কোন সূত্রের ভিত্তিতে নির্মিত হয়?
(a) শূন্যতম (b) প্রথম (c) দ্বিতীয় (d) তৃতীয়

14. শান্ট সম্পর্কে সঠিক তথ্য কোনটি?
(a) যন্ত্রের সাথে সমান্তরালে যুক্ত বড় মানের রোধ
(b) যন্ত্রের সাথে শ্রেণিতে যুক্ত ছোট মানের রোধ
(c) যন্ত্রের সাথে সমান্তরালে যুক্ত ছোট মানের রোধ
(d) যন্ত্রের সাথে শ্রেণিতে যুক্ত বড় মানের রোধ

15. দৃশ্যমান আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পাল্লা কোনটি?
(a) 100 nm হতে 300 nm
(b) 400 nm হতে 780 nm
(c) 1000 nm হতে 1200 nm
(d) 5000 nm হতে 10,000 nm

16. রুদ্ধতাপীয় পরিবর্তন-
(i) দ্রুত সংঘটিত হয়
(ii) অপরিবাহী পাত্রে সংঘটিত হয়
(iii) $PV^{\gamma-1}$ = ধ্রুবক
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

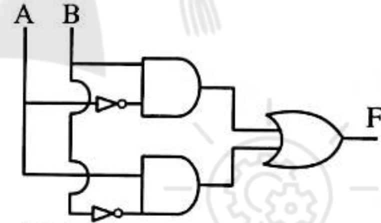
17. ও'হমের সূত্র অনুযায়ী তড়িৎ প্রবাহ বনাম বিভব পার্থক্য লেখের ঢাল কোন রাশি নির্দেশ করে?
(a) বিভব পার্থক্য (b) তড়িৎচালক শক্তি
(c) তড়িৎ পরিবাহিতা (d) আপেক্ষিক রোধ

18. বৈদ্যুতিক ফিউজ-এ তারের বৈশিষ্ট্য কোনটি?
(a) কম রোধ, উচ্চ গলনাঙ্ক (b) উচ্চ রোধ, উচ্চ গলনাঙ্ক
(c) উচ্চ রোধ, কম গলনাঙ্ক (d) কম রোধ, কম গলনাঙ্ক

19. নিচের কোন পদার্থের রোধের উষ্ণতা গুণাঙ্ক (α) ঋণাত্মক?
(a) জার্মেনিয়াম (b) ব্রোঞ্জ (c) পিতল (d) অভ্র

20. $^{40}_{20}Ca$ এবং $^{39}_{19}K$ পরস্পরের কী?
(a) আইসোটোপ (b) আইসোটোন
(c) আইসোবার (d) আইসোমার

নিচের তথ্য অনুসারে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও :



21. লজিক বর্তনী নির্দেশ করে কোনটি?
(a) NAND (b) NOR (c) XOR (d) XNOR

22. আউটপুট F =1 পাওয়া যাবে যদি ইনপুট নিচের কোনটি হলে?
(a) $A = 0, B = 0$ (b) $A = 0, B = 1$
(c) $A = 1, B = 0$ (d) $A = 1, B = 1$

23. কোনটি সর্বাপেক্ষা দুর্বল বল?
(a) মহাকর্ষ বল (b) নিউক্লিয় দুর্বল বল
(c) তাড়িত চৌম্বকীয় বল (d) নিউক্লিয় সবল বল

24. ফোটন কণার ক্ষেত্রে তথ্য প্রযোজ্য-
(i) স্থিতিভর অসীম (ii) চার্জহীন
(iii) ভরবেগ $p = \frac{h}{\lambda}$
(a) i (b) ii (c) iii (d) ii,iii

25. বাড়ির প্রধান মিটারে 6 A-220 V লেখা আছে। 90 W এর কতগুলো বাল্ব নিরাপদে ব্যবহার করা যাবে?
(a) 11 (b) 22 (c) 33 (d) 44

উত্তরপত্র

01	d	02	a	03	b	04	c	05	c	06	d	07	b	08	b	09	d	10	d
11	a	12	c	13	c	14	c	15	b	16	a	17	c	18	c	19	a	20	b
21	c	22	b, c	23	a	24	d	25	a										

বোর্ড প্রশ্ন
২০২২
[শর্ট সিলেবাস]

বরিশাল বোর্ড

পূর্ণমান: ৩০+১৫=৪৫ সময়: ২ ঘণ্টা

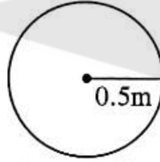
সৃজনশীল প্রশ্ন

পূর্ণমান: ৩০ সময়: ১ : ৪০ মিনিট

01. 327°C তাপমাত্রার 1 মোল গ্যাস দ্বারা একটি কার্নো ইঞ্জিন কাজ সম্পাদন করছে। কার্নো চক্রের প্রতিটি ধাপে সংকোচন বা প্রসারণের অনুপাত 1: 6। (সার্বজনীন গ্যাস ধ্রুবক $R = 8.31\ \text{J mol}^{-1}\text{K}^{-1}$ এবং $\gamma = 1.4$)

(ক) সিস্টেম কী? ১
(খ) অপ্রত্যাগামী প্রক্রিয়া একটি একমুখী প্রক্রিয়া- ব্যাখ্যা কর । ২
(গ) ইঞ্জিনের সর্বনিম্ন তাপমাত্রা নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) কার্নোর চক্রের সমোষ্ণ প্রসারণ ও সংকোচনে সম্পাদিত কাজের পরিমাণ একই হবে কিনা? গাণিতিকভাবে যাচাই কর । ৪

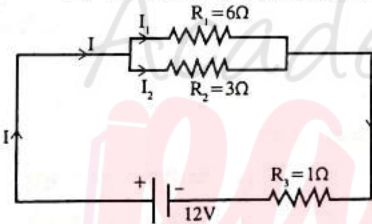
02.



গোলকাকার পরিবাহীতে 5টি প্রোটনের সমপরিমাণ চার্জ দেয়া আছে। গোলকের ব্যাসার্ধ 0.5 m। (মাধ্যমের পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবক 1.005, $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9\ \text{Nm}^2\text{C}^{-2}$)

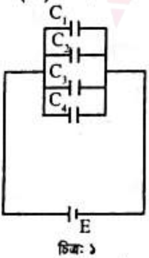
(ক) ধারকের ধারকত্ব কাকে বলে? ১
(খ) স্থিরতড়িৎ সম্পর্কিত কুলম্বের সূত্র ও নিউটনের মহাকর্ষ সম্পর্কিত সূত্রের মধ্যে কী কী মিল-অমিল রয়েছে? লেখ। ২
(গ) গোলকটির কেন্দ্র থেকে 0.8 m দূরের কোনো বিন্দুতে তড়িৎ বিভব নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) উদ্দীপকে চার্জিত গোলাকার পরিবাহীটিকে যদি সমান ব্যাসার্ধের 5টি গোলকে বিভক্ত করা হয় যাতে প্রত্যেক গোলকে চার্জ সমভাবে বণ্টিত হয় তাহলে পরিবর্তিত প্রতিটি পরিবাহীর পৃষ্ঠের বিভব পূর্বের পরিবাহীর পৃষ্ঠের বিভবের এক-পঞ্চমাংশ হবে কিনা? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর । ৪

03.

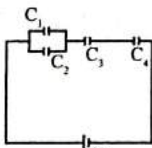


(ক) কার্শফের ১ম সূত্র বিবৃত কর। ১
(খ) শান্ট কিভাবে গ্যালভানোমিটারকে রক্ষা করে? ব্যাখ্যা কর । ২
(গ) প্রদত্ত বর্তনীর মূল তড়িৎ প্রবাহমাত্রা নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) বর্তনীতে 1 মিনিট তড়িৎ প্রবাহ চললে কোন রোধকে বেশি তাপ উৎপন্ন হবে? গাণিতিকভাবে যাচাই কর । ৪

04.



চিত্র: ১



চিত্র: ২

; চিত্রে, $C_1=C_2=2\ \mu\text{F}, C_3=C_4=4\ \mu\text{F}, E=12\ \text{V}$

(ক) এক ইলেকট্রন ভোল্ট কাকে বলে? ১
(খ) কোনো বস্তুতে 1.6×10^{-18} C চার্জ থাকা সম্ভব কিনা? যুক্তি দাও । ২
(গ) ১নং চিত্রে তুল্য ধারকত্ব নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) উদ্দীপকের বর্তনী দুটির ক্ষেত্রে কোনটিতে সঞ্চিত শক্তির পরিমাণ বেশি হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

05. মাহি ও রাহি ইলেকট্রনিকস দোকান থেকে দুটি n-p-n ট্রানজিস্টর কিনে আনে। মাহির ট্রানজিস্টরে ইনপুট ভোল্টেজ, ইনপুট রোধ, ভাররোধ এবং সংগ্রাহক প্রবাহ যথাক্রমে 2 V, 50 Ω, 4 Ω এবং 30 mA। অপরদিকে রাহির ট্রানজিস্টরে প্রবাহ লাভ, ইনপুট রোধ এবং ভার রোধ যথাক্রমে 80, 40 Ω এবং 60 Ω।

(ক) ভরের আপেক্ষিকতা কাকে বলে? ১
(খ) সমান গতিবেগ সম্পন্ন প্রোটন ও ইলেকট্রনের মধ্যে ইলেকট্রনের ডি ব্রগলি তরঙ্গদৈর্ঘ্য বেশি কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) মাহির ট্রানজিস্টরের ভোল্টেজ গেইন নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) মাহি ও রাহির ট্রানজিস্টরদ্বয়ের ক্ষমতা বিবর্ধন কি সমান হবে? গাণিতিক মতামত দাও। ৪

06.

মৌল	ভরসংখ্যা	প্রোটন সংখ্যা	নিউক্লিয়াসের ভর (amu)
Fe	56	26	56
U	235	92	235.0439

স্থির অবস্থায় প্রোটনের ভর = 1.00728 amu, নিউট্রনের ভর 1.00876 amu, 1 amu ভরের সমতুল্য শক্তি 931 MeV

(ক) নিউক্লিয়ার ফিশন কাকে বলে? ১
(খ) আলফা রশ্মি তড়িৎক্ষেত্র দ্বারা বিচ্যুত হয় কিন্তু গামা রশ্মি হয় না– ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) ইউরেনিয়ামের ভরত্রুটি নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) উদ্দীপকে বর্ণিত দুটি মৌলের কোনটি থেকে একটি নিউক্লিয়ন বের করা সহজ হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণসহ দেখাও। ৪

07. 0.6 C গতিতে চলমান একটি রকেটে 0.5 kg ভরের এক মিটার লম্বা একটি তামার দণ্ড রাখা আছে। স্থির অবস্থায় তামার ঘনত্ব $8960\ kgm^{-3}$, C আলোর দ্রুতি।

(ক) ফটোতড়িৎ ক্রিয়া কী? ১
(খ) কোনো তেজস্ক্রিয় পদার্থের নিঃশেষ কাল অসীম—ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) তামার দণ্ড থেকে প্রাপ্ত শক্তি নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) প্রস্থ ও বেধ আপেক্ষিকতার বিবেচনায় না এনে রকেটে তামার ঘনত্বের কীরূপ পরিবর্তন হবে? গাণিতিক ব্যাখ্যাসহ দেখাও। ৪

08. রিয়া এবং রিপা দুটি অপবর্তন গ্রেটিং নিয়ে পরীক্ষা করছিল। রিয়ার গ্রেটিং এ প্রতি সেন্টিমিটারে দাগসংখ্যা 6000। এর ভিতরে কমলা রঙের আলো ফেলা হলো। অপরদিকে রিপার গ্রেটিং-এর গ্রেটিং ধ্রুবক 1.6×10^{-6} m। সে সবুজ আলো নিয়ে পরীক্ষা করছিল। রিয়া বলল প্রথম উজ্জ্বল রেখার জন্য অপবর্তন কোণ আমার ক্ষেত্রে বেশি হবে। রিপা বলল, দেখা যাক।

আলোর বর্ণ	তরঙ্গ (Å)
কমলা	6000
সবুজ	5000
বেগুনী	4000

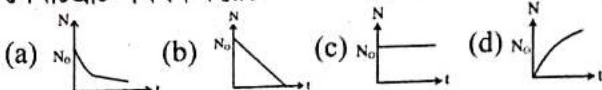
(ক) তরঙ্গের ব্যতিচার কাকে বলে? ১
(খ) আলোক বছর আসলে সময় নয়— ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) বেগুনী আলোর ক্ষেত্রে একটি ফোটনের শক্তি নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) রিয়ার উক্তি যথার্থ কিনা? হিসাব কর। ৪

বহুনির্বাচনি প্রশ্ন

পূর্ণমান: ১৫ | সময়: ২০ মিনিট

01. ফটোইলেকট্রিক ক্রিয়ায় ফটোইলেকট্রনের গতিশক্তি নির্ভর করে আপতিত আলোকের কীসের উপর?
(a) তীব্রতা (b) কম্পাঙ্ক (c) ভর (d) বেগ

02. তেজস্ক্রিয় রূপান্তর সূত্র $N = N_0 e^{-\lambda t}$ নিচের কোন লেখচিত্রটি সমর্থন করে?



03. (ট্রানজিস্টর প্রতীক: x, y, z) ; চিত্রে z চিহ্নিত প্রান্তটি কী?
(a) p টাইপ নিঃসারক (b) p টাইপ সংগ্রাহক
(c) n টাইপ নিঃসারক (d) n টাইপ সংগ্রাহক

04. তড়িৎ বর্তনীতে উৎপন্ন তাপের সমীকরণ হলো-
(i) VIt (ii) $\frac{V^2}{Rt}$ (iii) I^2Rt
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

05. তাপগতিবিদ্যার প্রথম ও দ্বিতীয় সূত্রের সমন্বিত রূপ হলো-
(i) $dW = TdS - du$ (ii) $du = TdS - PdV$
(iii) $dW = TdS - C_v dT$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

06. গোলাকার পরিবাহীর ধারকত্ব এর ব্যাসার্ধের-
(a) সমানুপাতিক (b) বর্গের ব্যস্তানুপাতিক
(c) ব্যস্তানুপাতিক (d) বর্গের সমানুপাতিক

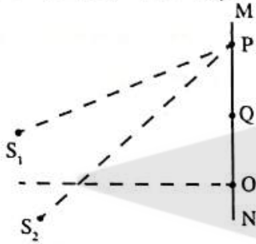
07. ফ্রেনেল শ্রেণির অপবর্তনে আপতিত তরঙ্গমুখের আকৃতি হবে-
(i) গোলীয় (ii) সমতল (iii) সিলিন্ডার
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

08. 1.6×10^6 eV গতিশক্তি সম্পন্ন ইলেকট্রনের ভর কত?
(a) 3.75×10^{-31} kg (c) 9.1×10^{-31} kg
(c) 9.75×10^{-31} kg (d) 37.54×10^{-31} kg

09. আপেক্ষিক তত্ত্ব অনুসারে নিচের কোনটি পরিবর্তনশীল নয়?
(a) ভর (c) সময় (c) আলোর দ্রুতি (d) দৈর্ঘ্য

10. Ge এর ক্ষেত্রে যোজন ব্যান্ড ও পরিবহন ব্যান্ডের মধ্যে শক্তির ব্যবধান কত?
(a) 0.7 eV (b) 1.1 eV (c) 6 eV (d) 7 eV

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

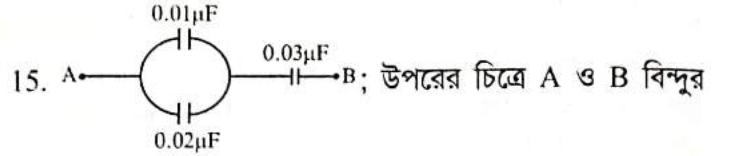


11. চিত্রে P বিন্দুতে গঠনমূলক ব্যতিচার হলে S_1 ও S_2 উৎস থেকে নিঃসৃত তরঙ্গদ্বয়ের দশা পার্থক্য হবে-
(a) $\frac{\pi}{4}$ (b) $\frac{\pi}{2}$ (c) 2π (d) $\frac{3\pi}{2}$

12. চিত্রে Q বিন্দুতে প্রথম অন্ধকার ডোরা সৃষ্টি হলে এর পথ পার্থক্য হবে-
(a) 0 (b) $\frac{\lambda}{4}$ (c) $\frac{\lambda}{2}$ (d) $\frac{3\lambda}{4}$

13. ; চিত্রের ফটোইলেকট্রন ক্রিয়ার $\frac{BC}{BD}$ কে প্রকাশ করা হয়-
(a) নিবৃত্তি বিভব (b) কার্যাপেক্ষক
(c) তরঙ্গদৈর্ঘ্য (d) প্ল্যাঙ্কের ধ্রুবক

14. তাপগতীয় ক্ষেত্রে প্রযোজ্য-
(i) সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায়, $dU = 0$
(ii) রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায়, $dW = -dU$
(iii) সমআয়তন প্রক্রিয়ায়, $dQ = dU$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

15. 

; উপরের চিত্রে A ও B বিন্দুর মধ্যে তুল্য ধারকত্ব কত?
(a) 0·015μF (b) 0·03μF (c) 0·05μF (d) 0·06μF

16. তেজস্ক্রিয় বস্তুখণ্ডের গড় জীবন হলো-
(a) $\frac{\lambda}{\ln 2}$ (b) $\frac{1}{\lambda}$ (c) $\frac{0.693}{T_{\frac{1}{2}}}$ (d) $\frac{0.693}{\lambda}$

17. হাইড্রোজেন পরমাণুর চতুর্থ বোর কক্ষে ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগ হলো-
(a) $\frac{h}{\pi}$ (b) $\frac{2h}{\pi}$ (c) $\frac{h}{\lambda}$ (d) $\frac{2h}{\lambda}$

18. চিত্রে M ও N বিন্দুর মধ্যে তুল্য রোধের মান-
(a) 4 Ω (b) 8.75 Ω (c) 10 Ω (d) 13.33 Ω

19. প্রবাহ ঘনত্বের একক কোনটি?
(a) Am^{-2} (b) Am (c) mA^{-1} (d) $A^{-1}m^2$

20. একটি কার্নো ইঞ্জিন হিমাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্কের মধ্যে কার্যরত আছে। এর দক্ষতা কত?
(a) 98% (b) 62.18% (c) 46.28% (d) 26.81%

21. 400 W − 200 V চিহ্নিত বাল্বের রোধ কত?
(a) 200 Ω (b) 100 Ω (c) 2 Ω (d) 0.5 Ω

22. প্রত্যাগামী প্রক্রিয়ায় এন্ট্রপি-
(a) স্থির থাকে (b) বৃদ্ধি পায় (c) হ্রাস পায় (d) শূন্য হয়

23. একটি সুষম তড়িৎক্ষেত্রে 50 cm ব্যবধানে অবস্থিত দুটি বিন্দুর বিভব পার্থক্য 200 V। প্রাবল্য কত?
(a) $50\ Vm^{-1}$ (b) $100\ Vm^{-1}$
(c) $400\ Vm^{-1}$ (d) $1600\ Vm^{-1}$

24. ; চিত্রে বর্গক্ষেত্রের ৪র্থ কৌণিক বিন্দুতে কত চার্জ স্থাপন করলে কেন্দ্রে বিভব শূন্য হবে?
(a) −3 C (b) 3 C (c) 5 C (d) 7 C

25. ইয়ংয়ের দ্বি-চিড় পরীক্ষায় ধ্বংসাত্মক ব্যতিচার সৃষ্টির জন্য দশা পার্থক্য হবে-
(a) $2\pi n$ (b) $2n\left(\frac{\lambda}{2}\right)$ (c) $(2n+1)\pi$ (d) $\left(n+\frac{1}{2}\right)\lambda$

উত্তরপত্র

01	b	02	a	03	a	04	b	05	d	06	a	07	b	08	d	09	c	10	a
11	c	12	c	13	d	14	d	15	a	16	b	17	b	18	c	19	a	20	d
21	b	22	a	23	c	24	b	25	c										

বোর্ড প্রশ্ন ২০২২ [শর্ট সিলেবাস]

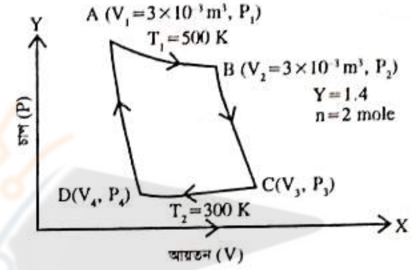
যশোর বোর্ড

পূর্ণমান: ৩০+১৫=৪৫ সময়: ২ ঘণ্টা

সৃজনশীল প্রশ্ন

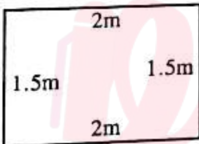
পূর্ণমান: ৩০ সময়: ১ : ৪০ মিনিট

01. নিম্নের P-V নির্দেশক চিত্রে একটি কার্নোর চক্রে কার্যকর পদার্থ দ্বারা সম্পাদিত কাজ দেখানো হলো:



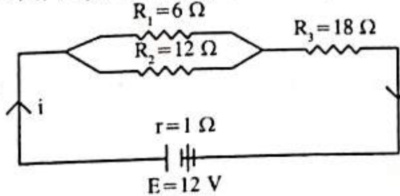
(ক) অপ্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়া কাকে বলে? ১
(খ) বিশ্বজগৎ ক্রমে ক্রমে তাপীয় মৃত্যুর দিকে এগিয়ে চলছে–ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) C বিন্দুতে আয়তন নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) AB এবং BC পর্যায়ে কৃতকাজ সমান হবে কিনা–গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

02. সিয়াম 1 kg বরফকে $-10°C$ তাপমাত্রা হতে $30°C$ তাপমাত্রার পানিতে পরিণত করে। সামির $30°C$ তাপমাত্রার 1 kg পানিকে $100°C$ তাপমাত্রার বাষ্পে পরিণত করে। সিয়াম দাবি করল তার প্রক্রিয়াটি বেশি শৃঙ্খল।
($S_w = 4200\ Jkg^{-1}\ K^{-1}$, $L_f = 3.36\times10^5\ Jkg^{-1}$, $S_{ice} = 2100\ Jkg^{-1}\ K^{-1}$এবং $L_v = 2.26\times10^6\ Jkg^{-1}$
(ক) তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্র বিবৃত কর। ১
(খ) রুদ্ধতাপীয় প্রসারণ এবং সংকোচনে অন্তঃস্থ শক্তির পরিবর্তন ব্যাখ্যা–কর। ২
(গ) সামিরের প্রক্রিয়ায় মোট প্রয়োজনীয় তাপ নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) সিয়ামের দাবি সঠিক কিনা–গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে যাচাই কর। ৪

03. 

; চিত্রে, A ও C বিন্দুতে বায়ু মাধ্যমে যথাক্রমে $-2\times10^{-9}C$ এবং $+1.5\times10^{-9}C$ চার্জ স্থাপন করা হলো :
(ক) তড়িৎ দ্বিমেরু ভ্রামক কাকে বলে? ১
(খ) গোলাকার পরিবাহীর ধারকত্বের সাথে ব্যাসার্ধের সম্পর্ক ব্যাখ্যা– কর। ২
(গ) B বিন্দুতে প্রাবল্যের মান কত? ৩
(ঘ) B এবং D বিন্দুতে বিভবের মান সমান হবে কিনা–গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে যাচাই কর। ৪

04. উদ্দীপকে একটি বর্তনী দেখানো হলো:



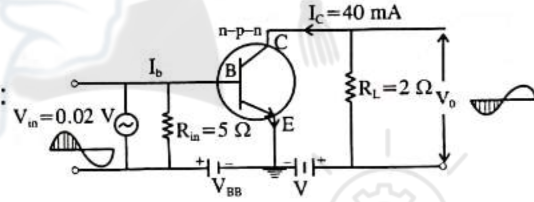
(ক) তাড়ন বেগের সংজ্ঞা দাও। ১
(খ) বর্তনীতে রোধের প্রয়োজনীয়তা ব্যাখ্যা–কর। ২
(গ) বর্তনীর মোট প্রবাহ নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) R_3 এর সাথে কত রোধ, কীভাবে সংযুক্ত করলে এর ভিতর দিয়ে R_2 এর সমান প্রবাহ পাওয়া যাবে–গাণিতিকভাবে দেখাও। ৪

05. ইয়ং এর দ্বি-চিড় পরীক্ষায় চিড় দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব 2.5 mm। ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য 5840Å চিড়ের মধ্যবর্তী অঞ্চলে আপতিত করার ফলে পর্দার উপর পর্যায়ক্রমে উজ্জ্বল ও অন্ধকার পট্টির সৃষ্টি হয়। কেন্দ্রীয় উজ্জ্বল পট্টি হতে প্রথম উজ্জ্বল পট্টির মধ্যবর্তী দূরত্ব 0.4672 mm।
(ক) সূচন কম্পাঙ্ক কাকে বলে? ১
(খ) নিউক্লিয়ার ফিশান ও ফিউশন বিক্রিয়ার কোনটি অধিক নিরাপদ-ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) উদ্দীপকের আলোকে চিড় থেকে পর্দার দূরত্ব কত পাওয়া যাবে? ৩
(ঘ) কেন্দ্রীয় চরম থেকে 5.1392 mm দূরত্বের কততম উজ্জ্বল ডোরার সৃষ্টি হবে–গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও। ৪

06. কবির ও আবির 30 বছর বয়সে যথাক্রমে 0.88 C এবং 0.99 C বেগে গতিশীল দুটি মহাশূন্য যানে করে মহাকাশ ভ্রমণে গেলেন। পৃথিবীর হিসেবে 20 বছর পর তারা পৃথিবীতে ফিরে এলেন।
(ক) আইনস্টাইনের আপেক্ষিকতার দ্বিতীয় স্বীকার্যটি লিখ। ১
(খ) কী শর্তে লরেন্টজ রূপান্তর গ্যালিলীয় রূপান্তরে কিংবা গ্যালিলীয় রূপান্তর লরেন্টজ রূপান্তরে পরিবর্তিত হয়–ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) উদ্দীপকের আলোকে পৃথিবীতে ফিরে আসার পর তাদের বয়সের ব্যবধান কত হবে? ৩
(ঘ) যাত্রাকাল পৃথিবীতে উভয়ের ভর 70 kg হলে গতিশীল অবস্থায় তাদের ভর সমান হবে কিনা–গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও। ৪

07. একটি পারমাণবিক বিদ্যুৎকেন্দ্রে জ্বালানি হিসেবে বিজ্ঞানীরা U-235 ব্যবহার করে। এক বছর পর প্রতি মোল অর্থাৎ 6.02×10^{23} টি পরমাণু ভেঙ্গে 1.02×10^{23} টি পরমাণু অক্ষত থাকে।
(ক) ডোপিং কী? ১
(খ) ব্যতিচারের ক্ষেত্রে উৎসদ্বয় খুবই কাছাকাছি রাখার কারণ– ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) U-235 এর অর্ধায়ু নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) পরবর্তী এক বছরে ভেঙ্গে যাওয়া পরমাণুর সংখ্যা পূর্ববর্তী এক বছরে ভেঙ্গে যাওয়া পরমাণু সংখ্যার সমান হবে কিনা–গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও। ৪

08. নিচে একটি কমন এমিটার n-p-n ট্রানজিস্টর বর্তনী দেখানো হল:



(ক) ভরত্রুটি কাকে বলে? ১
(খ) p-n জাংশন ডায়োডের ডিপ্লেশন লেয়ার চার্জ নিরপেক্ষ–ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) প্রবাহ বিবর্ধন গুণক নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) উদ্দীপকের বর্তনী থেকে বিবর্ধিত সংকেত পাওয়া সম্ভব কিনা ভোল্টেজ গেইন নির্ণয়ের মাধ্যমে গাণিতিকভাবে দেখাও। ৪

বহুনির্বাচনি প্রশ্ন

পূর্ণমান: ১৫ সময়: ২০ মিনিট

01. অপবর্তন এক বিশেষ ধরনের-
(a) সমবর্তন (b) প্রতিফলন (c) ব্যতিচার (d) প্রতিসরণ

02. ইয়ং এর দ্বি-চিড় পরীক্ষায় সোডিয়াম আলো ($\lambda = 5898$ Å) ব্যবহার করলে পর্দায় 92 টি ডোরা পাওয়া যায়। যদি সবুজ আলো ($\lambda = 5461$ Å) ব্যবহার করা হয় তবে কতগুলো ডোরা পাওয়া যাবে?
(a) 62 (b) 67 (c) 90 (d) 99

03. উপরিপাতিত দুটি তরঙ্গের বিস্তারের অনুপাত 2 : 1 হলে সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন তীব্রতার অনুপাত হবে-
(a) 1 : 1 (b) 9 : 1 (c) 4 : 1 (d) 2 : 1

নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
কোনো স্বচ্ছ মাধ্যমের সমবর্তন কোণ 60°।

04. মাধ্যমটির পরম প্রতিসরাঙ্ক কত?
(a) 1.33 (b) 1.41 (c) 1.5 (d) 1.73

05. প্রতিসরণ কোণের মান কত?
(a) 30° (b) 45° (c) 60° (d) 90°

06. আলোকতড়িৎ ক্রিয়ার বৈশিষ্ট্য হল-
(i) এটি একটি তাৎক্ষণিক ঘটনা
(ii) ফটো ইলেকট্রনের গতিশক্তি আপতিত আলোর কম্পাঙ্কের সমানুপাতিক
(iii) ফটোতড়িৎ প্রবাহের মান আপতিত আলোর তীব্রতার ব্যস্তানুপাতিক
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

07. এনট্রপির একক কোনটি?
(a) NK^{-1} (b) JK^{-1}
(c) $Jmole^{-1}\ K^{-1}$ (d) $N^{-1}\ m^{-2} C^2$

08. কোনো সিস্টেম কর্তৃক কৃতকাজ শূন্য-এর অর্থ-
(a) চাপ স্থির কিন্তু আয়তন বৃদ্ধি পায়
(b) চাপ স্থির কিন্তু আয়তন কমে যায়
(c) আয়তন স্থির কিন্তু চাপ বৃদ্ধি পায়
(d) চাপ, আয়তন এবং তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায়

09. রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় একটি আদর্শ গ্যাসের চাপ ও তাপমাত্রার মধ্যে সম্পর্ক-
(a) $P^{\gamma-1}T^{\gamma}$ = ধ্রুবক (b) $P^{\gamma}T^{\gamma+1}$ = ধ্রুবক
(c) $P^{\gamma}T^{\gamma-1}$ = ধ্রুবক (d) $P^{1-\gamma}T^{\gamma}$ = ধ্রুবক

10. এক পরমাণুক গ্যাসের ক্ষেত্রে γ এর মান কত?
(a) 1.11 (b) 1.33 (c) 1.41 (d) 1.67

11. পরিবাহীর ক্ষেত্রে P ও T এর মধ্যে সম্পর্ক কীরূপ?
(a) P T (b) P T (c) P T (d) P T

12. অসম মানের দুটি রোধককে সমান্তরালে যুক্ত করে তড়িৎ প্রবাহিত করলে-
(i) রোধ দুটিতে ভিন্ন মানের তড়িৎ প্রবাহিত হবে
(ii) উভয় রোধের প্রান্তের বিভব পার্থক্য সমান হবে
(iii) কম মানের রোধ কম তাপ উৎপন্ন হবে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

13. যখন কোনো তেজস্ক্রিয় মৌল থেকে α কণা নির্গত হয় তখন পর্যায় সারণিতে মৌলটির অবস্থান নিচে নেমে যায়-
(a) এক ঘর (b) দুই ঘর (c) তিন ঘর (d) চার ঘর

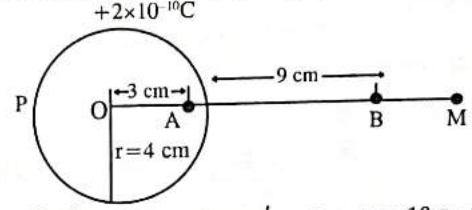
14. কোনো তেজস্ক্রিয় মৌলের 1 দিন পর $\frac{1}{16}$ অংশ অবশিষ্ট থাকলে অর্ধায়ু হবে-
(a) 12 ঘণ্টা (b) 6 ঘণ্টা (c) 3 ঘণ্টা (d) 2 ঘণ্টা

15. ট্রানজিস্টরের ক্ষেত্রে α ও β এর মধ্যে সম্পর্ক নিম্নরূপ-
(a) $\beta = \frac{\alpha}{1+\alpha}$ (b) $\beta = \frac{1+\alpha}{1-\alpha}$ (c) $\alpha = \frac{\beta}{1+\beta}$ (d) $\alpha = \frac{1+\beta}{\beta}$

16. ট্রানজিস্টর হলো-
(a) ইলেকট্রন-প্রভাবিত ডিভাইস (b) চাপ-প্রভাবিত ডিভাইস
(c) গর্ত-প্রভাবিত ডিভাইস (d) তাপমাত্রা-প্রভাবিত ডিভাইস

17. পূর্ণ তরঙ্গ রেকটিফায়ারের সর্বোচ্চ কতটি ডায়োড প্রয়োজন?
(a) 1 (b) 2 (c) 3 (d) 4

নিচের চিত্রের ভিত্তিতে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



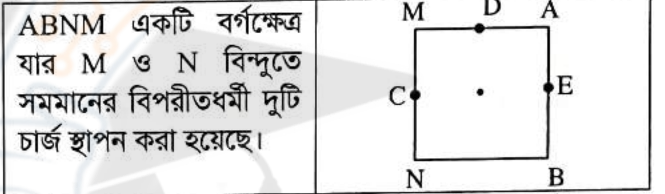
P একটি ফাঁকা গোলক যার পৃষ্ঠে $+2 \times 10^{-10}$C চার্জ রয়েছে।

18. A বিন্দুর বিভব কত?
(a) 35 V (b) 45 V (c) 55 V (d) 65 V

19. A বিন্দুর তড়িৎ প্রাবল্যের তুলনায় B বিন্দুর প্রাবল্য কত গুণ?
(a) 3 গুণ (b) 4 গুণ (c) 9 গুণ (d) অসীম

20. শান্ট ব্যবহার করা হয়-
(a) বিদ্যুৎ প্রবাহ কমাতে (b) রোধ কমাতে
(c) বিভব কমাতে (d) বিভব বাড়াতে

নিচের উদ্দীপক থেকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



21. বর্গক্ষেত্রের কেন্দ্রে নিট তড়িৎক্ষেত্রের দিক বর্গক্ষেত্রের সাপেক্ষে কোন দিকে হবে?
(a) উপরের দিকে (b) নিচের দিকে
(c) ডান দিকে (d) বাম দিকে



22. কোন বিন্দুতে তড়িৎ ক্ষেত্রের মান সবচেয়ে বেশি হবে?
(a) A (b) B (c) C (d) D

23. তড়িৎ ফ্লাক্সের একক হলো-
(a) $NC^{-1}m^2$ (b) JC^{-1} (c) V (d) Vm^{-1}

24. ধারকের প্রতীক—
(i) —| |— (ii) —| |—
(iii) (পরিবর্তনশীল ধারক)
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

25. পৃথিবীকে 6400 km ব্যাসার্ধের একটি ধারক মনে করলে ধারকত্ব কত হবে?
(a) 320 μF (b) 420 μF (c) 511 μF (d) 711 μF

উত্তরপত্র

01	c	02	d	03	b	04	d	05	a	06	a	07	b	08	c	09	d	10	d
11	b	12	a	13	b	14	b	15	c	16	a	17	d	18	b	19	d	20	a
21	b	22	c	23	a	24	c	25	d										

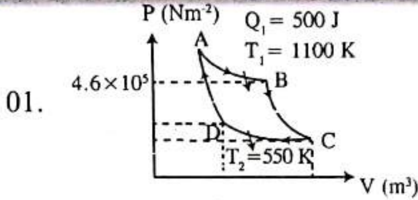
বোর্ড প্রশ্ন ২০২২ [শর্ট সিলেবাস]

কুমিল্লা বোর্ড

পূর্নমান: ৩০+১৫=৪৫ সময়: ২ ঘণ্টা

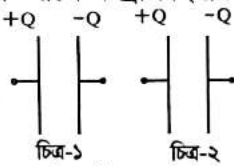
সৃজনশীল প্রশ্ন

পূর্ণমান: ৩০ সময়: ১ : ৪০ মিনিট

01. 

পাশের চিত্রে কার্নো ইঞ্জিনের কার্যকরী পদার্থের চারটি ধাপ দেখানো হল-

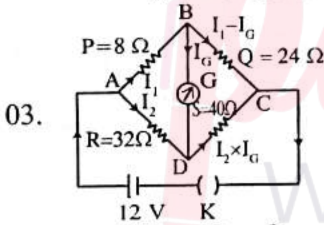
(ক) অভ্যন্তরীণ শক্তি কাকে বলে? ১
(খ) জগতের এনট্রপি বৃদ্ধি পাচ্ছে- ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) C বিন্দুতে চাপ নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) প্রতিটি ধাপে এনট্রপি হিসাব করে ইঞ্জিনটির প্রত্যাগামিতা কি যাচাই করা সম্ভব? গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক তোমার মতামত দাও। ৪

02. 

পাতের ক্ষেত্রফল = $4\ cm^2$ পাতের ক্ষেত্রফল = $2\ cm^2$

উভয় ক্ষেত্রে, $Q = 3C$ এবং $K = 1.0005$

(ক) গসের সূত্র বিবৃত কর। ১
(খ) কোনো বিন্দুর আধান $2.3 \times 10^{-19}C$ হতে পারে না- ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) চিত্র-১ এর পাতধারকের বিভব পার্থক্য 6 V হলে, ধারকে সঞ্চিত শক্তি কত? ৩
(ঘ) উভয় ধারকের ধারকত্ব সমান পেতে হলে চিত্র-১ এবং চিত্র-২ এর ধারকদ্বয়ের পাতসমূহকে কীভাবে স্থাপন করেত হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

03. 

(ক) মিটার ব্রীজ কী? ১
(খ) শান্ট কিভাবে গ্যালভানেমিটারকে রক্ষা করে? ২
(গ) DC বাহুতে কত মানের রোধ কীভাবে যুক্ত করলে ব্রীজটি সাম্যাবস্থা লাভ করবে? ৩
(ঘ) গ্যালভানোমিটারের নিঃস্পন্দ অবস্থায় ABC এবং ADC অংশের প্রবাহমাত্রার অনুপাত এবং রোধের অনুপাত একই হবে কি? গাণিতিকভাবে তোমার মতামত দাও। ৪

04. পরীক্ষাগারে একটি ফ্রনহফার শ্রেণির একক চিড়ের দরুন অপবর্তন পরীক্ষায় 5890Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো ব্যবহার করা হলো। দ্বিতীয় ক্রমের চরমের জন্য অপবর্তন কোণ 10° পাওয়া গেল এবং দশম অবম বিন্দুটি পাওয়ার চেষ্টা করা হলো।

(ক) এক কুলম্ব কী? ১
(খ) দুটি বিন্দুর বিভব পার্থক্য 6 V বলতে কী বুঝায়? ২
(গ) চিড়ের বেধ নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) পরীক্ষণে দশম অবম বিন্দুটি পাওয়ার চেষ্টা সফল হয়েছিল কি? গাণিতিক যুক্তিসহ তোমার মতামাত দাও। ৪

05. একজন মহাশূন্যচারী 25 বছর বয়সে $1.8 \times 10^8\ ms^{-1}$ বেগে গতিশীল একটি মহাশূন্য যানে চড়ে মহাকাশ ভ্রমণে গেলেন। পৃথিবীর হিসাবে তিনি 30 বছর মহাকাশে কাটিয়ে ভূপৃষ্ঠে ফিরে এলেন। পৃথিবীতে মহাশূন্যযানটির দৈর্ঘ্য ছিল 80 m।

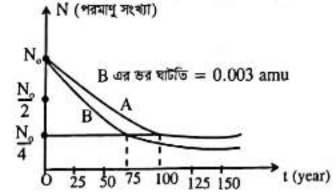
(ক) ফটোইলেকট্রিক ক্রিয়া কী? ১

(খ) প্লাটিনামের সূচন কম্পাঙ্ক 15.24×10^{14} Hz বলতে কী বুঝ? ২

(গ) পৃথিবী থেকে পরিমাপকৃত গতিশীল মাহশূন্যযানটির দৈর্ঘ্য কত? ৩

(ঘ) উদ্দীপকের উল্লিখিত মহাশূন্যচারী ভূ-পৃষ্ঠে ফিরে এসে 45 তম জন্মদিন পালন করবে-এ কথার সঠিকতা যাচাই কর। ৪

06. বিজ্ঞানীরা ল্যাবরেটরিতে দুটি তেজস্ক্রিয় পদার্থ রেখে লক্ষ্য করেন যে, পদার্থ দু'টি নিম্নের লেখচিত্র অনুযায়ী তেজস্ক্রিয় বিবিরণ করে:

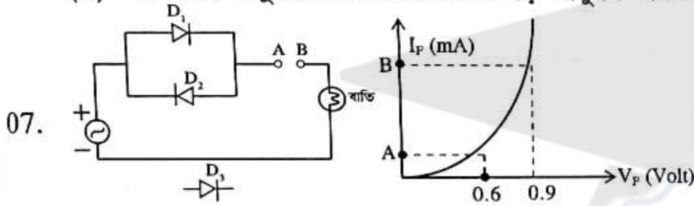


(ক) বোরের পরমাণু মডেলের ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগ সংক্রান্ত স্বীকার্য লিখ। ১

(খ) কোনো একটি স্থায়ী নিউক্লিয়াসের ভর ও এর উপাদানিক কণাগুলোর মুক্ত অবস্থার মিলিত ভর সমান হয় না কেন? ২

(গ) B মৌলটির বন্ধন শক্তি eV এ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপক অনুসারে A ও B মৌলের গড় আয়ু কি এক হবে? গানিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

07. 

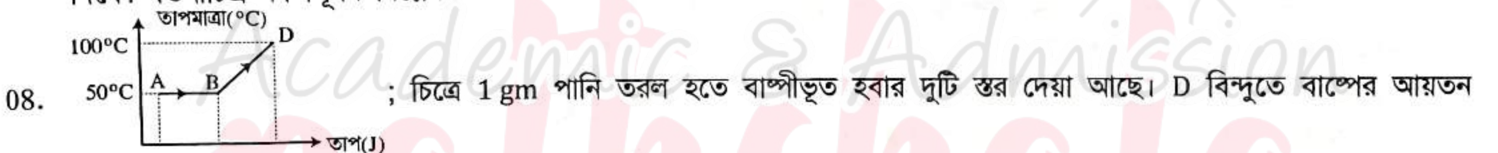
; D_1, D_2 এবং D_3 একই প্রকৃতির তিনটি ডায়োড। এদের প্রতিটির গতীয় রোধ 150 Ω।

(ক) দৈর্ঘ্য সংকোচন কী? ১

(খ) হাইড্রোজেন পরমাণুর ইলেকট্রনের বেগ কক্ষপথের ব্যাসার্ধের সাথে কীরূপ সম্পর্কিত? ব্যাখ্যা কর। ২

(গ) A ও B বিন্দুর মধ্যে পার্থক্য নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) বর্তনীতে D_3 ডায়োডটিকে M ও N এর মাঝে কীভাবে স্থাপন করা হলে ভোল্টমিটারটি ক্রমান্বয়ে সর্বনিম্ন ও সর্বোচ্চ পাঠ দিবে? বর্তনীচিত্র অঙ্কনপূর্বক বিশ্লেষণ কর। ৪

08. 

; চিত্রে 1 gm পানি তরল হতে বাষ্পীভূত হবার দুটি স্তর দেয়া আছে। D বিন্দুতে বাষ্পের আয়তন 1700 CC। (পানির আপেক্ষিক তাপ 4200 $Jkg^{-1}K^{-1}$.)

(ক) তাপগতিবিদ্যার শূন্যতম সূত্রটি লিখ। ১

(খ) কার্নোর ইঞ্জিনে দ্বিতীয় ধাপে তাপমাত্রা হ্রাস ঘটে কেন? ২

(গ) AB পথে এন্ট্রপির পরিবর্তন নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) BD পথে অন্তঃস্থ শক্তি নির্ণয় করা সম্ভব- গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

বহুনির্বাচনি প্রশ্ন

পূর্ণমান: ১৫ সময়: ২০ মিনিট

01. নিচের কোনটি চৌম্বক ক্ষেত্র দ্বারা সবচেয়ে বেশি বিক্ষিপ্ত হয়?
(a) গামা রশ্মি (b) অবলোহিত রশ্মি
(c) আলফা রশ্মি (d) বিটা রশ্মি

02. Forward bias-এ PN জাংশনের ডিপ্লেশন স্তর-
(a) প্রসারিত হয় (b) সংকুচিত হয়
(c) অপরিবর্তিত থাকে (d) চার্জিত হয়

03. একটি বিটা কণা নির্গত হলে নিউক্লিয়াসের-
(a) প্রোটন সংখ্যা বৃদ্ধি পায় (b) নিউট্রন সংখ্যা বৃদ্ধি পায়
(c) প্রোটন সংখ্যা হ্রাস পায় (d) ভরসংখ্যা হ্রাস পায়

04. সরু চিড়ের মধ্য দিয়ে গমনের পর আলোক রশ্মির জ্যামিতিক ছায়া অঞ্চলে প্রবেশ করাকে বলে-
(a) বিচ্ছুরণ (b) ব্যতিচার (c) অপবর্তন (d) সমবর্তন

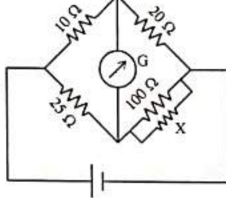
05. N-টাইপ অর্ধপরিবাহী পাওয়ার জন্য নিচের কোন পদার্থটি অপদ্রব্য হিসেবে ব্যবহার করা হয়?
(a) এলুমিনিয়াম (b) এন্টিমনি (c) বোরন (d) ইন্ডিয়াম

06. ইয়ং এর দ্বিচিড় পরীক্ষায় কোন বর্ণের আলো ব্যবহার করলে ব্যতিচার ডোরার বিস্তার সবচেয়ে কম হবে?
(a) লাল (b) সবুজ (c) বেগুনি (d) কমলা

07. কোনো ব্যবস্থা পরিবেশ থেকে 50 জুল তাপশক্তি শোষণ করে এবং পরিবেশের উপর 20 জুল কাজ সম্পাদন করে। এতে ব্যবস্থার অন্তঃস্থ শক্তির পরিবর্তন কত?
(a) 20 জুল (b) 30 জুল (c) 50 জুল (d) 70 জুল

08. 100 cm ব্যাসার্ধবিশিষ্ট একটি গোলাকার পরিবাহীর পৃষ্ঠে 5×10^{-11} কুলম্ব চার্জ প্রদান করা হলো। গোলকের কেন্দ্র থেকে 25 cm দূরে তড়িৎ বিভব হবে-
(a) 3.6 V (b) 1.8 V (c) 0.9 V (d) 0.45V

09. চিত্র পর্যবেক্ষণ কর:



ব্রীজটি সাম্যাবস্থায় থাকলে X এর মান কত?
(a) 50 Ω (b) 75 Ω (c) 100 Ω (d) 125 Ω

10. শান্টের প্রয়োগ হলো-
(i) গ্যালভানোমিটারের সুরক্ষা প্রদান
(ii) অ্যামিটারের পাল্লা বৃদ্ধি করা
(iii) ভোল্টমিটারের পাল্লা বৃদ্ধি করা
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

11. তরঙ্গের দুটি বিন্দুর দূরত্ব $\frac{3\lambda}{2}$ হলে তাদের দশা পার্থক্য কত?
(a) 0 (b) $\frac{\pi}{2}$ (c) π (d) $\frac{3\pi}{2}$

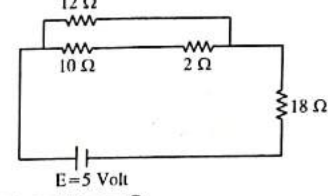
12. আলোক তড়িৎ ক্রিয়ায়-
(i) আপতিত আলোর কম্পাঙ্ক সূচন কম্পাঙ্কের চেয়ে কম হলেই কেবল Electron নির্গমন ঘটে
(ii) আলোর কম্পাঙ্ক বাড়ালে নিবৃত্তি বিভব বৃদ্ধি পায়
(iii) আলোর বর্ণ পরিবর্তনের সাথে নির্গত ইলেকট্রনের শক্তির সম্পর্ক রয়েছে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

13. X – ray এর একটি ফোটনের কম্পাঙ্ক 4×10^{15} Hz হলে এর শক্তি কত হবে?
(a) 26.52×10^{-34} জুল (b) 26.52×10^{-19} জুল
(c) 26.52×10^{19} জুল (d) 26.52×10^{-40} জুল

14. তেজস্ক্রিয় সক্রিয়তার একক-
(i) বেকেরেল (ii) কুরী (iii) রাদারফোর্ড
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

15. বিপরীত ঝোঁকে যখন PN জাংশনে তড়িৎ প্রবাহ হঠাৎ করে অস্বাভাবিক হারে বৃদ্ধি পায়, তখন এই ঘটনাকে বলা হয়-
(a) অ্যাম্প্লিফিকেশন (b) ফিল্টারিং
(c) জেনার ক্রিয়া (d) রেক্টিফিকেশন

নিচের চিত্রের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



16. বর্তনীর তুল্য রোধ কত?
(a) 12 Ω (b) 18 Ω (c) 24 Ω (d) 32 Ω

17. 18 Ω রোধের মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহের মান কত?
(a) 0.1 Amp (b) 0.2 Amp (c) 0.3 Amp (d) 0.4 Amp

18. নিচের কোনটি দ্বারা আলোর প্রতিফলন ও প্রতিসরণের সূত্র প্রমাণ করা যায় না?
(a) হাইগেন্স এর নীতি (b) ফার্মাটের নীতি
(c) নিউটনের কণা তত্ত্ব (d) বোরের অনুরূপতার নীতি

19. প্রতি সেকেন্ডে 1 Ω রোধের মধ্য নিয়ে 1 A তড়িৎ প্রবাহমাত্রা প্রেরণ করা হলে উৎপন্ন তাপের পরিমাণ-
(a) 0.24 J (b) 0.24 cal (c) 4.2 J (d) 4.2 cal

20. রুদ্ধ তাপীয় প্রক্রিয়ায়-
(i) Entropy অপরিবর্তিত থাকে
(ii) তাপের আদান-প্রদান ঘটে না
(iii) তাপমাত্রার পরিবর্তন ঘটে না
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

21. ত্রিপরমাণুক গ্যাসের জন্য γ এর মান-
(a) 1.33 (b) 1.41 (c) 1.66 (d) 3.00

22. গোলাকার পরিবাহীর ধারকত্ব উহার ব্যাসার্ধের-
(a) সমানুপাতিক (b) বর্গের ব্যস্তানুপাতিক
(c) বর্গমূলের সমানুপাতিক (d) ব্যস্তানুপাতিক

23. কোনো পরিবাহীতে তড়িৎ প্রবাহমাত্রা পাঁচগুণ করা হলে তাপ উৎপাদনের হার কতগুণ হবে?
(a) $\frac{1}{5}$ (b) 5 (c) 25 (d) 50

24. নিচের কোনটি তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গ?
(a) আলফা রশ্মি (b) বিটা রশ্মি
(c) গামা রশ্মি (d) ফটোইলেকট্রন

25. কোনো ধাতুর কার্য অপেক্ষকের সমান শক্তির একটি ফোটন আপতিত হলে নির্গত ইলেকট্রনের গতিশক্তি-
(a) শূন্য (b) অসীম
(c) আপতিত ফোটনের শক্তির সমান
(d) কার্য অপেক্ষকের সমান

উত্তরপত্র

01	d	02	b	03	a	04	c	05	b	06	c	07	b	08	d	09	c	10	d
11	c	12	c	13	b	14	d	15	c	16	c	17	b	18	d	19	b	20	a
21	a	22	a	23	c	24	c	25	a										

বোর্ড প্রশ্ন ২০২২ [শর্ট সিলেবাস]

দিনাজপুর বোর্ড

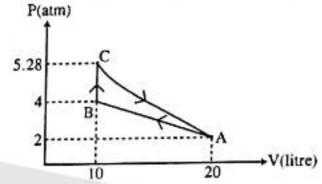
পূর্ণমান: ৩০+১৫=৪৫ **সময়: ২ ঘণ্টা**

সৃজনশীল প্রশ্ন

পূর্ণমান: ৩০ সময়: ১ : ৪০ মিনিট

01.

চিত্রে P — V লেখচিত্র দ্বারা একটি চক্রীয় প্রক্রিয়া দেখানো হয়েছে।
এখানে, A বিন্দুতে তাপমাত্রা = 300 K
স্থির আয়তনে মোলার আপেক্ষিক তাপ = $20.78\ \text{Jmol}^{-1}\ \text{K}^{-1}$
মোল সংখ্যা = 1.6, $\gamma = 1.4$ এবং $1\ \text{atm} = 10^5\ \text{Nm}^{-2}$



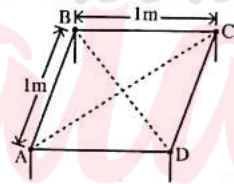
(ক) অন্তঃস্থ শক্তির সংজ্ঞা দাও। ১
(খ) কার্নোর ইঞ্জিনের কার্যনির্বাহক বস্তু পরিবর্তন করলে ঐ ইঞ্জিনের দক্ষতার কোনোরূপ পরিবর্তন হবে না কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) AB পথে কৃতকাজের মান নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) উদ্দীপকের চক্রীয় প্রক্রিয়ায় এন্ট্রপির পরিবর্তন শূন্য হবে কিনা- গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে মতামত দাও। ৪

02. পরীক্ষাগারে একজন শিক্ষার্থী ধারক নিয়ে কাজ করছিলো। ধারকের প্রতিটি পাতের ক্ষেত্রফল $45\ \text{cm}^2$ এবং পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব 2 mm এবং একে 400 V এর উৎসের সাথে সংযোগ দিয়ে চার্জিত করা হচ্ছে। শিক্ষার্থী K = 5 মানের পরাবৈদ্যুতিক মাধ্যমে একবার প্রবেশ করিয়ে চার্জিত করলো এবং আরেকবার পরাবৈদ্যুতিক মাধ্যম ব্যতীত চার্জিত করলো এবং সঞ্চিত শক্তি উভয় ক্ষেত্রে পরিমাপ করলো।

(ক) আধান ঘনত্ব কী? ১
(খ) অসীম দৈর্ঘ্যের চার্জিত পরিবাহক কর্তৃক সৃষ্ট তড়িৎক্ষেত্র প্রাবল্যের সাথে দূরত্বের সম্পর্ক কীরূপ? ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) পরাবৈদ্যুতিক মাধ্যম ব্যতিরেকে ধারকটিতে প্রতিটি পাতে সঞ্চিত চার্জের মান কত? ৩
(ঘ) উদ্দীপকে শিক্ষার্থীর পরীক্ষণে কোন ক্ষেত্রে সঞ্চিত শক্তির মান বেশি হবে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

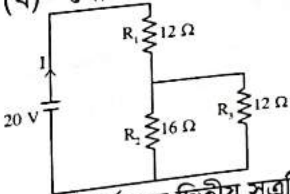
03.

চিত্রে 1 m দৈর্ঘ্যের একটি বর্গাকার টেবিল। টেবিল এর চারটি কোণা A, B, C এবং D তে যথাক্রমে 4×10^{-12} C, 4×10^{-12} C, 2×10^{-12} C এবং 2×10^{-12} C চার্জ স্থাপন করা হলো এবং পরবর্তীতে 10 gm ভরের +1 C মানের চার্জিত একটি শোলা বল বর্গাকার তলের কেন্দ্রে স্থাপন করা হলো।



(ক) গাউসের সূত্রটি বিবৃত কর। ১
(খ) কোনো স্থানে তড়িৎক্ষেত্রের মান শূন্য হলে তড়িৎ বিভবের কী হবে? ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) কেন্দ্রে চার্জিত বস্তু স্থাপনের পূর্বে কেন্দ্রে বিভবের মান নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) শোলা বলের উপর ক্রিয়াশীল তড়িৎ বল ও অভিকর্ষজ বলের মান ভিন্ন—গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

04.



(ক) কার্শফের দ্বিতীয় সূত্রটি বিবৃত কর। ১
(খ) তড়িৎবাহী পরিবাহক চার্জিত হয় কি? ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) বর্তনীটিতে তড়িৎ প্রবাহ I এর মান নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) উদ্দীপকের বর্তনীর R_1 এবং R_2 এর যদি পারস্পারিক স্থান পরিবর্তন করা হয় তাহলে R_3 রোধে তাপজনিত শক্তি ক্ষয়ের হারের পরিমাণ একই থাকবে কি? গাণিতিকভাবে যাচাইপূর্বক তোমার মতামত লিখ। ৪

05. ইয়ং এর দ্বি-চিড় পরীক্ষায় 600 nm তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো ব্যবহার করা হলো এবং বায়ুতে ডোরার প্রস্থ 2 mm পাওয়া গেল। পরবর্তীতে 500 nm এবং 400 nm তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো দিয়ে ডোরার অবস্থান পর্যবেক্ষণ করা হলো।

(ক) অপবর্তন কোণ কী? ১

(খ) সমবর্তিত আলোকে ঘূর্ণায়মান সমবর্তক দিয়ে পর্যবেক্ষণ করা হলে আলোর তীব্রতার হ্রাসবৃদ্ধি ঘটে কেন? ব্যাখ্যা কর। ২

(গ) উদ্দীপকে ১ম আলোক উৎসের ক্ষেত্রে পরীক্ষণটি 1.42 প্রতিসরাঙ্কের তরলে ডুবিয়ে করা হলে ডোরার প্রস্থ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকে আলোক উৎসের পরিবর্তনের সাথে সাথে পর্দার একটি নির্দিষ্ট অবস্থানে উজ্জ্বল ডোরার ক্রম সংখ্যা বাড়বে না কমবে? গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

06. ফটোতড়িৎ ক্রিয়ায় A, B এবং C তিনটি ধাতব প্লেট ব্যবহার করা হলো যাদের কার্যঅপেক্ষক যথাক্রমে $W_A = 3$ eV, $W_B = 4$ eV এবং $W_C = 5$ eV এবং আলাদাভাবে এদের উপর যথাক্রমে 500 nm, 400 nm এবং 300 nm তরঙ্গদৈর্ঘ্যের সমতীব্রতার আলো ফেলে ফটোতড়িতের মান পরীক্ষা করা হলো। [$h = 6.6 \times 10^{-34}$ Js]

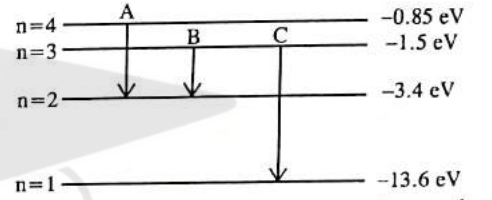
(ক) কাল দীর্ঘায়ন কী? ১

(খ) X-Ray পরীক্ষায় প্রাপ্ত X-Ray এর তীব্রতা পরীক্ষণের কোন বিষয়ের উপর নির্ভর করে? ব্যাখ্যাসহ লিখ। ২

(গ) A প্লেটের ক্ষেত্রে নির্গত ইলেকট্রনের সর্বোচ্চ গতিশক্তি নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের তথ্য হতে তিনটি ধাতুর ক্ষেত্রে নিবৃত্তি বিভবের মানের তুলনামূলক বিশ্লেষণ কর। ৪

07. চিত্রে হাইড্রোজেন পরমাণুর শক্তিস্তর দেখানো আছে এবং ইলেকট্রন স্থানান্তরের ক্ষেত্রে A, B এবং C তিনটি ধাপ দেখানো হয়েছে যেন কোনো একটি হতে $6513\overset{0}{A}$ তরঙ্গদৈর্ঘ্যের ফোটন কণা নির্গত হয়।
[$C = 3 \times 10^8$ ms^{-1}, $h = 6.6 \times 10^{-34}$ Js]



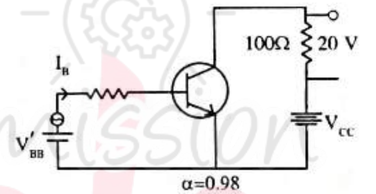
(ক) গড় আয়ু কাকে বলে? ১

(খ) একটি নিউক্লিয়াসের স্থায়িত্ব নির্ভর করে নিউক্লিয়ন প্রতি বন্ধনশক্তির উপর- ব্যাখ্যা কর। ২

(গ) n = 2 শক্তিস্তরে ইলেকট্রনের বেগ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের প্রদত্ত তরঙ্গদৈর্ঘ্যের ফোটন কণা নিঃসরণের জন্য A, B এবং C এর মধ্যে কোনটি দায়ী- গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করে তোমার সিদ্ধান্ত দাও। ৪

08. 0.5 V এর একটি সিগন্যালকে বিবর্ধিত করার জন্য চিত্রে প্রদত্ত ট্রানজিস্টরটি ব্যবহৃত হয়। সিগন্যালটি ইনপুটে যুক্ত করার ফলে পীঠ প্রবাহের পরিবর্তন 10 μA হয়।



(ক) দাতা পরমাণু কাকে বলে? ১

(খ) "Knee Voltage" এর মান 0.7 V বলতে কী বুঝ? ২

(গ) ইনপুট রোধের মান কত? ৩

(ঘ) প্রদত্ত ট্রানজিস্টর এর সাহায্যে উদ্দীপকে উল্লিখিত সিগন্যালটি বিবর্ধিত করা যাবে কি? গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

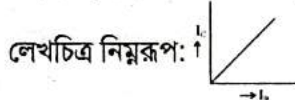
বহুনির্বাচনি প্রশ্ন

পূর্ণমান: ১৫ সময়: ২০ মিনিট

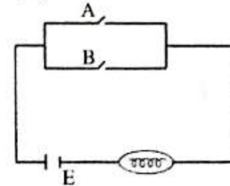
01. 5 সে.মি. ব্যাসার্ধের চার্জিত ফাঁপা গোলকের পৃষ্ঠে বিভব 10 V হলে কেন্দ্রে বিভব হবে-
(a) 0 V (b) 2 V (c) 5 V (d) 10 V

02. কোনো তেজস্ক্রিয় পদার্থের প্রারম্ভিক পরমাণু সংখ্যা N_0, অর্ধায়ু 3 দিন হলে 15 দিন পর অক্ষত পরমাণু সংখ্যা-
(a) $\frac{N_0}{32}$ (b) $\frac{N_0}{16}$ (c) $\frac{N_0}{10}$ (d) $\frac{N_0}{8}$

03. কমন ইমিটার বর্তনীতে V_{CE} স্থির থাকলে I_B বনাম I_C লেখচিত্র নিম্নরূপ:



লেখচিত্রটির ঢাল প্রকাশ করে-
(a) প্রবাহ লাভ (b) প্রবাহ বিবর্ধক গুণক
(c) বিভব লাভ (d) ক্ষমতা লাভ

04. 

; উপরের বর্তনী দ্বারা নিচের কোন লজিক গেইট বাস্তবায়ন করা যায়?
(a) OR (b) NOT (c) AND (d) NAND

05. প্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়ার ক্ষেত্রে-
(a) এটি স্বতঃস্ফূর্ত প্রক্রিয়া (b) এটি ধীর প্রক্রিয়া
(c) তাপগতীয় সাম্যাবস্থা বজায় থাকে না
(d) শক্তির অপচয় হয়

06. তড়িৎ প্রবেশ্যতার SI একক হলো-
(a) $Nm^{-2}\ C^{-2}$ (b) $N^{-1}m^{-2}\ C^{-2}$
(c) $Nm^{-2}\ C^{-2}$ (d) $N^{-1}\ m^{-2}\ C^{2}$

07. কোনো তড়িৎ দ্বিমেরুর অক্ষের উপর মধ্যবিন্দু r হতে দূরত্বে কোনো বিন্দুতে তড়িৎ বিভব হলো- (যেখানে p = 2 lq)
(a) $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{p}{(r-l)}$ (b) $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{p}{(r+l)}$
(c) $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{p}{(r^2-l^2)}$ (d) $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{p}{(r^3-l^3)}$

08. তরঙ্গমুখের উপরস্থ কণাসমূহের দশা পার্থক্য হলো-
(a) 0 রেডিয়ান (b) $\frac{\pi}{4}$ রেডিয়ান (c) $\frac{\pi}{2}$ রেডিয়ান (d) π রেডিয়ান

উদ্দীপকটি পড় এবং পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
কোনো তাপ ইঞ্জিনের তাপগ্রাহকের তাপমাত্রা 360 K এবং দক্ষতা 40%

09. তাপ উৎসের তাপমাত্রা হল—
(a) 100 K (b) 600 K (c) 720 K (d) 900 K

10. ইঞ্জিনের দক্ষতা দ্বিগুণ করতে হলে উৎসের তাপমাত্রা বৃদ্ধি করতে হবে-
(a) 450 K (b) 600 K (c) 900 K (d) 1200 K

11. জার্মেনিয়াম কেলাসের শক্তিফাঁক কত?
(a) 0.3 V (b) 0.7 V (c) 1.0 V (d) 1.1 V

12. কোন পদার্থের তাপমাত্রা বাড়ালে রোধ কমে?
(a) নাইক্রোম (b) কপার (c) অ্যালুমিনিয়াম (d) জার্মেনিয়াম

13. কার্নোচক্রের দ্বিতীয় ধাপে-
(i) চাপ হ্রাস পায় (ii) তাপমাত্রা হ্রাস পায়
(iii) আয়তন হ্রাস পায়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

উদ্দীপকটি পড় এবং পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
n সংখ্যক C ধারকত্বের ধারককে V ভোল্ট উৎসের সাথে যথাক্রমে শ্রেণি ও সমান্তরাল যুক্ত করা হল।

14. শ্রেণি ও সমান্তরাল তুল্য ধারকত্ব যথাক্রমে C_s ও C_p হলে নিচের কোনটি সঠিক?
(a) $C_p = n^2C_s$ (b) $C_p = nC_s$ (c) $C_p = \frac{C_s}{n}$ (d) $C_p = \frac{C_s}{n^2}$

15. উদ্দীপকে শ্রেণি ও সমান্তরাল তুল্যধারকের সঞ্চিত শক্তি যথাক্রমে U_s ও U_p হলে নিচের কোনটি সঠিক?
(a) $U_p = \frac{U_s}{n}$ (b) $U_p = U_s$ (c) $U_p = nU_s$ (d) $U_p = n^2U_s$

16. 1 কুরি =?
(a) 3.7×10^3 Bq (b) 3.7×10^4 Bq
(c) 3.7×10^7 Bq (d) 3.7×10^{10} Bq

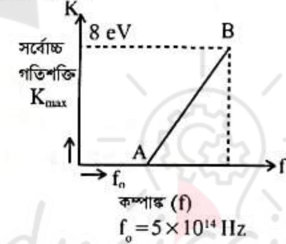
17. কোনো সুসংগত উৎস হতে নির্গত তরঙ্গদ্বয় সমদশায় মিলিত হবে যদি তরঙ্গদ্বয়ের পথ পার্থক্য-
(a) $\frac{\lambda}{2}$ এর যুগ্ম গুণিতক হয় (b) $\frac{\lambda}{2}$ এর অযুগ্ম গুণিতক হয়
(c) $\frac{\lambda}{4}$ এর যুগ্ম গুণিতক হয় (d) $\frac{\lambda}{4}$ এর অযুগ্ম গুণিতক হয়

18. কোনো নির্দিষ্ট পরিবাহীর দু'প্রান্তের বিভব পার্থক্য V ভোল্ট এবং পরিবাহীতে উদ্ভূত তাপ H জুল। (R ও t ধ্রুবক) নিচের কোন লেখচিত্র সঠিক?
(a) H (জুল) → V (ভোল্ট) (b) H (জুল) → V (ভোল্ট) (c) H (জুল) → V (ভোল্ট) (d) H (জুল) → V (ভোল্ট)

19. পানির প্রতিসরাঙ্ক 1.33। পানিতে সমবর্তন কোণে আলোকরশ্মি আপতিত করলে প্রতিসরণ কোণ হবে-
(a) 90° (b) 53° (c) 37° (d) 26°

20. ইয়ং এর দ্বি-চিড় পরীক্ষায় চির হতে পর্দার দূরত্ব হ্রাস করা হলে-
(i) ঝালরের প্রস্থ হ্রাস পায় (ii) ডোরা ব্যবধান হ্রাস পায়
(iii) ঝালরের কৌণিক বেধ হ্রাস পায়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

উদ্দীপকটি লক্ষ্য কর এবং পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
নিচের লেখচিত্র ফটোতড়িৎ ক্রিয়ায় কম্পাঙ্ক ও গতিশক্তির সম্পর্ক প্রকাশ করে।



21. উদ্দীপকে কার্যাপেক্ষক এর মান কত?
(a) 1.2×10^{-19} J (b) 1.9×10^{-19} J
(c) 3.3×10^{-19} J (d) 3.9×10^{-19} J

22. উদ্দীপকে আপতিত আলোর কম্পাঙ্ক হল-
(a) 2.43×10^{15} Hz (b) 2.22×10^{15} Hz
(c) 2.11×10^{15} Hz (d) 1.43×10^{15} Hz

23. ${}^7_3Li + X \rightarrow {}^4_2He + {}^4_2He$ এখানে X হল-
(a) আলফা কণা (b) নিউট্রন (c) প্রোটন (d) ডিউটেরন

24. আপেক্ষিকতার তত্ত্ব অনুসারে-
(i) $t = \frac{t_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$ (ii) $L = \frac{L_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$ (iii) $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

25. প্রথম ও দ্বিতীয় বোর কক্ষপথে ইলেকট্রনের শক্তির অনুপাত-
(a) 1: 2 (b) 1: 4 (c) 2: 1 (d) 4: 1

উত্তরপত্র

01	d	02	a	03	a	04	a	05	b	06	d	07	c	08	a	09	b	10	d
11	b	12	d	13	a	14	a	15	d	16	d	17	a	18	b	19	c	20	a
21	c	22	a	23	c	24	b	25	d										

বোর্ড প্রশ্ন ২০২২ [শর্ট সিলেবাস]

ময়মনসিংহ বোর্ড

পূর্ণমান: ৩০+১৫=৪৫ | সময়: ২ ঘণ্টা

সৃজনশীল প্রশ্ন

পূর্ণমান: ৩০ | সময়: ১ : ৪০ মিনিট

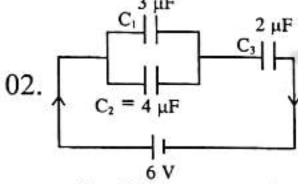
01. একটি কার্নো ইঞ্জিন 500 K তাপমাত্রায় উৎস থেকে 1250 J তাপ গ্রহণ করে এবং তাপ গ্রাহকে 700 J তাপ বর্জন করে। ইঞ্জিনের তাপ উৎস ও তাপগ্রাহক উভয়েরই তাপশক্তির পরিবর্তন সাপেক্ষে ইঞ্জিনের দক্ষতা 20% বৃদ্ধি করা সম্ভব।

(ক) অভ্যন্তরীণ শক্তি কাকে বলে? ১

(খ) 'উষ্ণতামিতি পদার্থ হিসাবে পারদ ব্যবহার সুবিধাজনক'-ব্যাখ্যা কর। ২

(গ) তাপ গ্রাহকের তাপমাত্রা নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের ইঞ্জিনটির দক্ষতা বৃদ্ধি করা সংক্রান্ত তথ্যটি গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

02. 

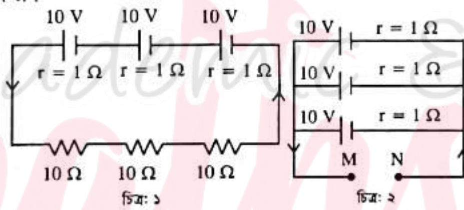
; বর্তনীটিতে বায়ু মাধ্যমে ধারকগুলোর প্রতিটির পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব 0.1 mm। তিনটি ধারকেই প্রদেয় তিনটি স্থানের মধ্যেই অবস্থান পরিবর্তন করা যায়।

(ক) কার্শফের ১ম সূত্রটি লিখ। ১

(খ) সমবিভব তলের সাথে তড়িৎক্ষেত্রের মধ্যবর্তী কোণ 90° কেন? ২

(গ) C_1 ধারকের পাতের ক্ষেত্রফল নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) ধারক তিনটি অবস্থান কীভাবে পরিবর্তন করলে বর্তনীতে সর্বোচ্চ সঞ্চিত শক্তি পাওয়া যাবে? গাণিতিকভাবে বর্তনী চিত্র অঙ্কনপূর্বক বিশ্লেষণ কর। ৪

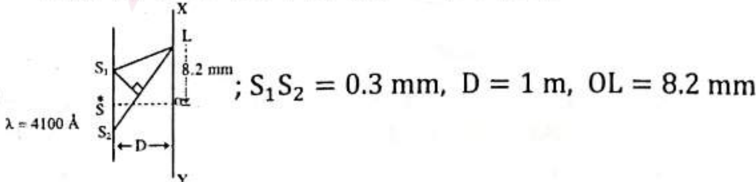
03. 

(ক) তড়িৎ প্রবাহের জন্য তাপ উৎপাদন সংক্রান্ত জুলের সূত্রটি বিবৃত কর। ১

(খ) হারানো ভোল্টের মান 2 V বলতে কী বুঝ? ২

(গ) চিত্র-১ হতে কির্শফের সূত্রের সাহায্যে প্রবাহমাত্রা নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) চিত্র-২ এ M ও N প্রান্তে চিত্র-১ এ ব্যবহৃত তিনটি রোধককেই কীভাবে বর্তনী সংযোগ দেয়া হলে সর্বোচ্চ তড়িৎ প্রবাহ পাওয়া সম্ভব? বর্তনী চিত্রসহ গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

04. 

; $S_1S_2 = 0.3$ mm, $D = 1$ m, $OL = 8.2$ mm

(ক) হাইগেনের নীতি বিবৃত কর। ১

(খ) কাঁচের সমবর্তন কোণ 57° বলতে কী বুঝায়? ২

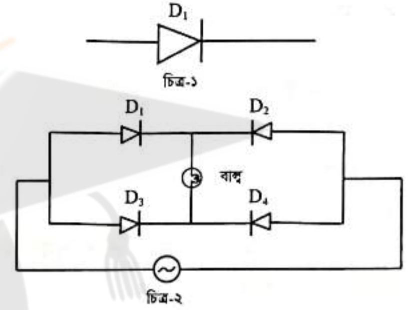
(গ) L বিন্দুতে কততম গঠনমূলক ব্যতিচার সৃষ্টি হবে? ৩

(ঘ) চিড়দ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব এক-তৃতীয়াংশে হ্রাস করা হলে, একটি অন্ধকার ডোরার বেধের কোনোরূপ পরিবর্তন হবে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

05. কোনো এক মহাকাশ গবেষণা কেন্দ্র থেকে 500 kg ভরের এবং 11.5 m দৈর্ঘ্যের একটি নভোযান 0.3 C বেগে উৎক্ষেপণ করা হয়েছিল।
(ক) সূচন কম্পাঙ্ক কাকে বলে? ১
(খ) "ফিশনের পর উৎপাদের মোট ভর বিক্রিয়কের মোট ভরের তারতম্য হয় কেন?" ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) নভোযানের চলমান দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) নভোযানটির বেগ দ্বিগুণ করলে গতিশীল ভর দ্বিগুণ হবে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে যাচাই কর। ৪

06. একটি উত্তেজিত পরমাণুর ইলেকট্রন ৪র্থ শক্তিস্তর হতে ২য় শক্তিস্তরে ফিরে আসার সময় তড়িৎ চুম্বকীয় বিকিরণ ঘটে। ইলেকট্রনের ভর ও আধান যথাক্রমে 9.11×10^{-31} kg ও -1.6×10^{-19} C। শূন্যস্থানের ভেদন যোগ্যতা 8.854×10^{-12} $C^2 N^{-1} m^{-2}$ এবং প্লাঙ্কের ধ্রুবকের মান 6.63×10^{-34} Js। দৃশ্যমান আলোর তরঙ্গসীমা 4×10^{-7} m থেকে 8×10^{-7} m।
(ক) তেজস্ক্রিয় পদার্থের ক্ষয় ধ্রুবক কাকে বলে? ১
(খ) যে নিউক্লিয়াসের গড় বন্ধনশক্তি বেশি তার স্থায়িত্বকাল বেশি—কেন? ২
(গ) দ্বিতীয় শক্তিস্তরে ইলেকট্রনের কক্ষপথের ব্যাসার্ধ নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) উদ্দীপকে উল্লিখিত তড়িৎ চুম্বকীয় বিকিরণ দৃশ্যমান হবে কি-না—গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

07.
১নং চিত্রে প্রদত্ত ডায়োডের অনুরূপ ৪টি ডায়োডকে বর্তনীর ন্যায় যুক্ত করা হলো (চিত্র-২)। যে কোনো একটি ডায়োডের সম্মুখবর্তী ঝোঁকে 0.12 V বিভব পরিবর্তনে 3×10^{-2} A তড়িৎ প্রবাহের পরিবর্তন ঘটে।



(ক) শক্তি ব্যান্ড কী? ১
(খ) P-type অর্ধপরিবাহকে সংখ্যাগরিষ্ঠ বাহক হোল কেন? ২
(গ) D_1 এর গতীয় রোধ নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) বাল্বটি সবসময় জ্বলতে থাকবে এটি সম্ভব করতে হলে D_1ও D_2 এর সংযোগে কী পরিবর্তন আনতে হবে? বর্তনী চিত্র অঙ্কনপূর্বক বিশ্লেষণ কর। ৪

08.
P(atm); 1 atm $= 10^5$ Nm^{-2}; $\gamma = 1.4$; D বিন্দুতে তাপমাত্রা = 330 K
(P-অক্ষে 5.27, 4, 2; V-অক্ষে 500, 1000; বিন্দু A, B, D; V(m^3))

(ক) তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গ কী? ১
(খ) রেডনের অর্ধায়ু 2.83 দিন বলতে কী বুঝ? ২
(গ) DB সংকোচনে কৃতকাজের মান নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) DB এবং DA পথে একই পরিমাণ সংকোচনে দুটি লেখের জন্য তাপমাত্রা এক নয় কেন? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

বহুনির্বাচনি প্রশ্ন

পূর্ণমান: ১৫ সময়: ২০ মিনিট

01. রুদ্ধতাপীয় প্রত্যাগামী প্রক্রিয়ায় কোনো সিস্টেমের যে তাপগতীয় ধর্ম ধ্রুব থাকে তাকে বলে—
(a) গতিশক্তি (b) অন্তঃস্থ শক্তি (c) তাপমাত্রা (d) এনট্রপি

02. তড়িৎ প্রাবল্য ও দূরত্বের মধ্যকার সম্পর্কসূচক লেখচিত্র কোনটি?
(a) (b) (c) (d)

03. একটি ধারকের দুই প্রান্তের মধ্যে বিভব পার্থক্য 150 V। ধারকে সঞ্চিত শক্তি 14.9×10^{-7} J। ধারকের ধারকত্ব কত?
(a) 1.3×10^{-5} F (b) 6.5×10^{-9} F
(c) 1.3×10^{-10} F (d) 6.5×10^{-10} F

নিচের উদ্দীপক হতে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
$^{1}_{0}n + ^{235}_{92}U \rightarrow ^{141}_{56}Ba + ^{92}_{36}Kr + 3^{1}_{0}n +$ শক্তি।

04. বিক্রিয়াটি কোন ধরনের?
(a) ফিউশন (b) ফিশন
(c) নিউক্লীয় তাপ বিক্রিয়া (d) সংযোজন বিক্রিয়া

05. বিক্রিয়াটিতে কী পরিমাণ শক্তি উৎপন্ন হবে?
(a) 132 MeV (b) 182 MeV
(c) 192 MeV (d) 200 MeV

06. 1 a.m.u =
(i) 931 MeV (ii) 931×10^6 eV
(iii) 1.66057×10^{-27} kg
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

07. তাপের যান্ত্রিক সমতার একক কোনটি?
(a) জুল-ক্যালরি (b) জুল/ক্যালরি
(c) ক্যালরি/গ্রাম (d) ক্যালরি/জুল

08. পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 6500 km। এর ধারকত্ব কত?
(a) 711 F (b) 722 μF (c) 640 μF (d) 614 μF

09. একটি চার্জিত বস্তুকে পৃথিবীর সাথে যুক্ত করলে বস্তুটিতে আধানের পরিমাণ—
(a) বৃদ্ধি পাবে (b) শূন্য হবে (c) হ্রাস পাবে (d) অপরিবর্তিত থাকবে

10. G = গ্যালভানোমিটারের রোধ এবং S= সান্টের রোধ হলে, সান্ট ধ্রুবক হবে—
(a) $\frac{S+G}{S}$ (b) $\frac{S}{S+G}$ (c) $\frac{S+G}{G}$ (d) $\frac{G}{S+G}$

নিচের উদ্দীপক হতে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
এক গুচ্ছ এক্স রশ্মির প্রতিটি ফোটনের কম্পাঙ্ক 3×10^{17} Hz.

11. ফোটনটির শক্তি কত?
(a) 1.989×10^{-16} J (b) 2.89×10^{-16} J
(c) 19.89×10^{-16} J (d) 91.98×10^{-16} J

12. উদ্দীপকে উল্লিখিত ফোটনের—
(i) বেগ 3×10^8 ms^{-1} (ii) তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 10 Å
(iii) ভরবেগ 6.63×10^{-25} kgms^{-1}
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

13. 1.8 Ω রোধের একটি অ্যামিটার 1 A তড়িৎ প্রবাহ গ্রহণ করতে পারে। 10 A তড়িৎ প্রবাহ মাত্রার জন্য কত রোধের সান্ট ব্যবহার করতে হবে?
(a) 0.2 Ω (b) 1.2 Ω (c) 2.2 Ω (d) 4.2 Ω

14. একটি কার্নো ইঞ্জিনের পানির হিমাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক-এর মধ্যে কার্যকর দক্ষতা কত?
(a) 100% (b) 26.8% (c) 20.6% (d) 0%

15. বিশেষ আপেক্ষিক তত্ত্বানুসারে—
(i) আলোর বেগে গতিশীল কাঠামোতে সময় অসীম
(ii) আলোর বেগে চলমান বস্তুর দৈর্ঘ্য শূন্য
(iii) আলোর বেগে চলমান বস্তুর ভর শূন্য
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

16. নিচের কোনটি চার্জ নিরপেক্ষ রশ্মি?
(a) ক্যাথোড রশ্মি (b) আলফা রশ্মি
(c) গামা রশ্মি (d) বিটা রশ্মি

17. বুলিয়ান বীজগণিত অনুযায়ী $\overline{A+B}$ এর মান কত?
(a) $\overline{A} \cdot \overline{B}$ (b) $\overline{A} + \overline{B}$ (c) $A + B$ (d) $A \cdot B$

18. একটি নিউক্লিয়াসের ভরত্রুটি 0.0377 a.m.u. হলে এর বন্ধন শক্তি কত?
(a) 3.51 MeV (b) 35.2 MeV
(c) 37.7 MeV (d) 931 MeV

19. 1 kg ইউরেনিয়াম (^{235}U) হতে শক্তির পরিমাণ কত kWh?
(a) 5.25×10^2 (b) 2.29×10^7
(c) 3.92×10^7 (d) 9.32×10^7

20. তিনটি সিস্টেম তাপীয় সাম্যবস্থায় থাকলে তাদের নিচের কোন রাশিটি একই হবে?
(a) বিভব শক্তি (b) অন্তঃস্থ শক্তি
(c) ভর (d) তাপমাত্রা

21. তড়িৎ ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুর বিভব হচ্ছে—
(a) অসীম দূর থেকে একক ঋণাত্মক চার্জ আনতে কৃতকাজ
(b) ঐ বিন্দুতে একক ধনাত্মক চার্জের ওপর ক্রিয়াশীল বল
(c) অসীম দূর থেকে একক ধনাত্মক চার্জ আনতে কৃতকাজ
(d) ঐ বিন্দুতে একক ঋণাত্মক চার্জের ওপর ক্রিয়াশীল বল

22. ভোল্ট এর তুল্য একক কোনটি?
(a) JC^{-1} (b) J.C (c) N.C^{-1} (d) N.m^{-1}

নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
একটি প্রত্যাবর্তী কার্নো ইঞ্জিন যখন 27°C তাপমাত্রায় তাপগ্রাহকে থাকে তখন এর কর্মদক্ষতা হয় 50%।

23. ইঞ্জিনটির উৎসের তাপমাত্রা কত?
(a) 500 K (b) 550 K (c) 600 K (d) 650 K

24. ইঞ্জিনটির দক্ষতা 60% করতে হলে—
(i) উৎসের তাপমাত্রা 750 K করতে হবে
(ii) তাপগ্রাহকের তাপমাত্রা 150 K কমাতে হবে
(iii) উৎসের তাপমাত্রা 150 K বাড়াতে হবে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

25. $^{40}_{30}$Ca এবং $^{36}_{19}$K হচ্ছে-
(a) আইসোবার (b) আইসোটোপ
(c) আইসোমার (d) আইসোটোন

উত্তরপত্র

01	d	02	a	03	c	04	b	05	d	06	d	07	b	08	b	09	b	10	a
11	a	12	d	13	a	14	b	15	a	16	c	17	a	18	b	19	b	20	d
21	c	22	a	23	c	24	b	25	-										

শর্ট সিলেবাস ২০২৩

মডেল টেস্ট-০১

পূর্ণমান: ৫০+২৫=৭৫ **সময়: ৩ ঘণ্টা**

সৃজনশীল প্রশ্ন

পূর্ণমান: ৫০ সময়: ২ : ৩৫ মিনিট

01. 16g হিলিয়াম গ্যাস একটি সিলিন্ডারে রাখা আছে আদর্শ তাপমাত্রা ও চাপে। এর আয়তন 2 গুণ করা হলো নিম্নোক্ত শর্তে-
(i) ধ্রুব চাপে (ii) দ্রুত ও (iii) ধীরে

(ক) এনট্রপি কী? ১

(খ) তাপের পরিবহন অপ্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়া কেন? ব্যাখ্যা কর। ২

(গ) উপরের গ্যাসটির C_P এবং C_V নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) (ii) এবং (iii) নং শর্তের মধ্যে কোন প্রক্রিয়ায় কাজ বেশি হবে? গাণিতিক যুক্তি সহকারে যাচাই কর। ৪

02. [চিত্র: ত্রিভুজ ABC; AB = 2 m, AC = 2 m, BC = 2 m] ; $q_1 = 3 \times 10^{-9}C, q_2 = 3 \times 10^{-9}C$ চিত্রে ভূমির উল্লম্ব বরাবর ABC একটি সমবাহু ত্রিভুজ।

(ক) আধান ঘনত্ব কী? ১

(খ) "চার্জিত গোলকের কেন্দ্রে প্রাবল্য শূন্য"– ব্যাখ্যা কর। ২

(গ) A বিন্দুতে বিভবের মান কত? ৩

(ঘ) A বিন্দুতে 2 kg ভরের একটি বস্তু ঝুলিয়ে রাখতে হলে কী বৈদ্যুতিক ব্যবস্থা নিতে হবে? বিশ্লেষণ কর। ৪

03. [বর্তনী: E = 5V; R_2 40Ω, R_4 40Ω, R_1 40Ω, R_3 4Ω, R_5 400Ω]

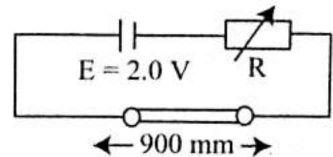
(ক) B. O. T. unit এর সংজ্ঞা লেখো। ১

(খ) অ্যালুমিনিয়াম রোধের গুণাংক $3.9 \times 10^{-3}(°C)^{-1}$ বলতে কী বোঝায়? ২

(গ) বর্তনীর তুল্য রোধ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) বর্তনীর R_4 রোধের মধ্য দিয়ে কী পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহিত হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

04. উপক্ষেণীয় অভ্যন্তরীণ রোধ ও 2.0V তড়িৎচালক বলবিশিষ্ট একটি কোষকে একটি পরিবর্তনশীল রোধ (R) ও ধাতব তারের সাথে নিম্নের বর্তনীতে সংযুক্ত করা হল। ধাতব তারটির দৈর্ঘ্য 900mm, প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল $1.3 \times 10^{-7}m^2$ এবং এর রোধ 3.4Ω।



(ক) হুইটস্টোন ব্রিজ কাকে বলে? ১

(খ) কির্শফের দ্বিতীয় সূত্রটি $\Sigma IR + \Sigma E = 0$ আকারে লিখলে কোন বর্তনীর লুপে সূত্রটি প্রয়োগের ক্ষেত্রে IR ও E এর চিহ্নের নিয়ম কীরূপ হবে? ২

(গ) ধাতব তারটির আপেক্ষিক রোধ কত হবে? ৩

(ঘ) উদ্দীপকের পরিবর্তনশীল রোধ R এর মান 0 – 500Ω হলে ধাতব তারের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য কোষের তড়িৎচালক বলের সমান হওয়া সম্ভব কীনা-যাচাই কর। ৪

05. একটি সমতল গ্রেটিং এ চিড়ের স্বচ্ছ এবং অস্বচ্ছ রেখার প্রস্থ যথাক্রমে 1.17mm এবং 1.91mm। গ্রেটিংটিকে 6500Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের একবর্ণী আলো দ্বারা আলোকিত করা হল।

(ক) সুসংগত উৎস কী? ১

(খ) পয়েন্টিং ভেক্টর বলতে কী বুঝ? ২

(গ) দ্বিতীয় ক্রম উজ্জ্বল পট্টির জন্য অপবর্তন কোণ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) গ্রেটিংটি দ্বারা সর্বাধিক কত ক্রমের উজ্জ্বল ডোরা পাওয়া সম্ভব? বিশ্লেষণ কর। ৪

06. 20kg ভর ও 10m দৈর্ঘ্যের কোনো একটি বস্তু স্থিরাবস্থা থেকে 0.5c বেগে চলা আরম্ভ করল।

(ক) জড় প্রসঙ্গ কাঠামো কাকে বলে? ১

(খ) কোনো ধাতুর সূচন কম্পাঙ্ক 6.1×10^{-14}Hz – ব্যাখ্যা কর । ২

(গ) বস্তুটির গতিশীল অবস্থায় দৈর্ঘ্য কত? ৩

(ঘ) নিউটনীয় বলবিদ্যা হতে প্রাপ্ত গতিশক্তি এবং আপেক্ষিক তত্ত্বানুসারে গতিশক্তি এক নয় উদ্দীপকের আলোকে বিশ্লেষণ কর। ৪

07. কোনো তেজস্ক্রিয় মৌলের বিভিন্ন সময়ে অক্ষত পরমাণু সংখ্যা নিচের ছকে দেয়া হলো:

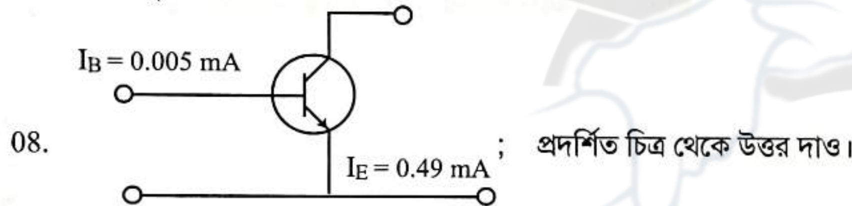
সময় t(d)	0	8	t'	24
অক্ষত পরমাণু সংখ্যা, N	N_0	$\frac{N_0}{2}$	$\frac{N_0}{3}$	$\frac{N_0}{8}$

(ক) প্রসঙ্গ কাঠামো কাকে বলে? ১

(খ) ফটোতড়িৎ ক্রিয়া ব্যাখ্যায় প্লাঙ্কের তত্ত্বের প্রয়োজন কেন? ব্যাখ্যা কর। ২

(গ) উদ্দীপকের তেজস্ক্রিয় বস্তুটির অবক্ষয় ধ্রুবক নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের t' এর মান তেজস্ক্রিয় বস্তুটির গড় আয়ু অপেক্ষা বেশি হবে কি-না গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে উত্তরের সপক্ষে যুক্তি দাও। ৪

08. 

; প্রদর্শিত চিত্র থেকে উত্তর দাও।

(ক) হেক্সাডেসিমেল সংখ্যা পদ্ধতি কী? ১

(খ) P-N জাংশন এ ডিপ্লেশন স্তর কীভাবে সৃষ্টি হয়? ২

(গ) প্রবাহ বিবর্ধন গুণক α নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) প্রদর্শিত ট্রানজিস্টরের সাহায্যে বিবর্ধক বর্তনী তৈরি সম্ভব কিনা? চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর। ৪

বহুনির্বাচনি প্রশ্ন

পূর্ণমান: ২৫ সময়: ২৫ মিনিট

01. একটি কার্নো ইঞ্জিন বাষ্প বিন্দু ও বরফ বিন্দুর মধ্যে কাজ করলে এর দক্ষতা কত?
(a) 61.28% (b) 62.18% (c) 26.18% (d) 26.81%

02. এক স্থির বিন্দু পদ্ধতিতে তাপমাত্রা পরিমাপের মূলনীতি ব্যবহৃত হয় নিম্নের কোন স্কেলে?
(a) সেলসিয়াস (b) রোমার
(c) কেলভিন (d) ফারেনহাইট

03. তাপ ও কাজ এর সম্পর্ক-
(i) তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্রে বর্ণনা করা হয়
(ii) তাপগতিবিদ্যার দ্বিতীয় সূত্রে বর্ণনা করা হয়
(iii) তাপকে সম্পূর্ণভাবে কাজে রূপান্তরিত করা সম্ভব নয়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

04. এক স্থির বিন্দু পদ্ধতিতে তাপমাত্রা পরিমাপের মূলনীতি ব্যবহৃত হয় নিম্নের কোন স্কেলে?
(a) সেলসিয়াস (b) রোমার
(c) কেলভিন (d) ফারেনহাইট

05. বর্ণিত চিত্রে প্রতিটি ধারকের ধারকত্ব 3 μF। A ও B বিন্দুর মধ্যে কার্যকর ধারকত্ব হবে-

A B

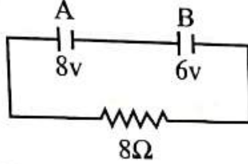
(a) $\frac{3}{4}$ μF (b) 3 μF (c) 6 μF (d) 5 μF

06. তড়িৎ দ্বিমেরু ভ্রামকের একক -
(a) NC^{-1} (b) JC^{-1} (c) Cm (d) Cm^{-1}

07. নিচের কোনটি ডাই ইলেকট্রিক পদার্থ?
(a) তৈল (b) লোহা (c) তামার তার (d) নিকেল

08. একটি তারকে দুই ভাগে ভাগ করলে-
(a) রোধ একই থাকে
(b) আপেক্ষিক রোধ একই থাকে
(c) রোধ আপেক্ষিক রোধের অর্ধেক হয়
(d) বৈদ্যুতিক গুণাবলি নষ্ট হয়ে যায়

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



09. উদ্দীপকের বর্তনীটিতে তড়িৎ প্রবাহ কত?
(a) 0.14A (b) 1.75A (c) 0.57A (d) 1A

10. B কোষের পাত দুটিকে বিপরীতভাবে সংযুক্ত করলে কোষের দুপাতের বিভব পার্থক্য-
(a) বৃদ্ধি পাবে (b) হ্রাস পাবে
(c) অপরিবর্তিত থাকবে (d) শূন্য হবে

11. রোধ মাপার যন্ত্র হলো-
(i) মিটারব্রিজ (ii) পোস্ট অফিস বক্স
(iii) পটেনশিওমিটার
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

12. ইয়ং এর দ্বি-চিড় পরীক্ষা অনুসারে আলোক তরঙ্গ–
(i) কণাধর্মী (ii) তরঙ্গধর্মী (iii) অনুপ্রস্থ
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) ii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

13. কেলাসের গঠন নির্ণয়ের ক্ষেত্রে আলোর কোন বৈশিষ্ট্য ব্যবহৃত হয়?
(a) সমবর্তন (b) অপবর্তন (c) প্রতিসরণ (d) ব্যতিচার

14. নিচের কোনটির দ্বারা আলোর আড় তরঙ্গ প্রকাশিত হয়?
(a) ব্যতিচার দ্বারা (b) অপবর্তন দ্বারা
(c) প্রতিসরণ দ্বারা (d) সমবর্তন দ্বারা

15. নিচের কোন রশ্মি দ্বারা রঞ্জন রশ্মি উৎপন্ন করা হয়?
(a) ধনাত্মক (b) ক্যাথোড (c) গামা (d) আলফা

16. 10 MeV গতিশক্তি নিয়ে চলমান ইলেকট্রনের ভর কত?
(a) m_0 (b) $10\ m_0$ (c) $0.2051\ m_0$ (d) $19.51\ m_0$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
কোন পদার্থের কার্য অপেক্ষক 2.5 eV

17. ঐ পদার্থের সূচন কম্পাঙ্ক কত?
(a) 2.64×10^{13}Hz (b) 60.33×10^{13}Hz
(c) 2.64×10^{-13}Hz (d) $60.33 \times^{-13}$ Hz

18. সূচন তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত?
(a) 4.97×10^{-7}m (b) 4.97×10^{7}m
(c) 3.7×10^{8}m (d) 3.7×10^{-8}m

19. এক্সরশ্মি-
(i) তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গ (ii) তড়িৎক্ষেত্র দ্বারা বিক্ষিপ্ত হয়
(iii) আলোর বেগে চলে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

20. কোন গেটের ইনপুট 1 হলে আউটপুট 0 হয়?
(a) X NOR gate (b) NOT gate
(c) XOR gate (d) OR gate

21. কোন ট্রানজিস্টরের $\alpha = 0.95$ এবং $I_E = 0.9$ mA হলে β কত?
(a) 19 (b) 16 (c) 18 (d) 12

22. n-টাইপ সেমিকন্ডাক্টর হচ্ছে-
(i) আর্সেনিক ডোপায়িত জার্মেনিয়াম
(ii) ফসফরাস ডোপায়িত সিলিকন
(iii) গ্যালিয়াম ডোপায়িত জার্মেনিয়াম
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i ও ii (b) ii ও iii (c) i ও iii (d) i, ii ও iii

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
তেজস্ক্রিয় পরমাণু রেডনের প্রারম্ভিক পরমাণু সংখ্যা 10^8 টি।

23. রেডনের অর্ধায়ু 4 দিন হলে, এর অবক্ষয় ধ্রুবক λ =?
(a) $0.25d^{-1}$ (b) $623.7d^{-1}$
(c) $0.173d^{-1}$ (d) 4.5sec

24. একদিনে রেডনের কত সংখ্যক পরমাণু ভেঙে যাবে?
(a) 84.09×10^6 (b) 15.9×10^6
(c) 3.125×10^7 (d) 16×10^7

25. AND গেইট ব্যবহৃত হয়-
(a) যৌক্তিক যোগের জন্য (b) যৌক্তিক গুণের জন্য
(c) যৌক্তিক পূরকের জন্য (d) যৌক্তিক ভাগের জন্য

উত্তরপত্র

01	d	02	c	03	b	04	c	05	d	06	c	07	a	08	b	09	b	10	c
11	a	12	b	13	b	14	d	15	b	16	d	17	b	18	a	19	b	20	b
21	a	22	a	23	c	24	b	25	b										

শর্ট সিলেবাস ২০২৩

মডেল টেস্ট-০২

পূর্নমান: ৫০+২৫=৭৫ **সময়: ৩ ঘণ্টা**

সৃজনশীল প্রশ্ন

পূর্ণমান: ৫০ সময়: ২ : ৩৫ মিনিট

01. দ্বাদশ শ্রেণির একজন ছাত্র সাইকেল চালিয়ে কলেজে যাওয়ার সময় হঠাৎ সামনের চাকায় কাঁটা ফুটে দ্রুত বেগে বাতাস বের হতে লাগল এবং ছাত্রটি লক্ষ্য করল নির্গত বাতাস পারিপার্শ্বিকের তুলনায় ঠাণ্ডা। চাকার টিউবের অভ্যন্তরে বায়ুর তাপমাত্রা $= 27°C$, গ্যাসের চাপ $= 1.25$ atm, গ্যাসের আয়তন $= 1m^3$ এবং $\gamma = 1.4$ ।
- (ক) আপেক্ষিক তাপ কাকে বলে? ১
- (খ) রুদ্ধতাপীয় সংকোচনে সিস্টেমের অভ্যন্তরীণ শক্তি বৃদ্ধি পায় কেন? ২
- (গ) চাকার টিউব হতে নির্গত গ্যাসের আয়তন স্বাভাবিক চাপে কত হবে? ৩
- (ঘ) চাকা হতে নির্গত গ্যাসের তাপমাত্রার তারতম্য কত হতে পারে বলে তুমি মনে কর? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

02. [চিত্র: P, A, O, B; $q_1 = +4\times10^{-6}C$, $q_2 = -4\times10^{-6}C$] ; A বিন্দুতে চার্জের পরিমাণ $q_1 = +4 \times 10^{-6}C$ এবং B বিন্দুতে, $q_2 = -4 \times 10^{-6}C$

এখন $OP = OA = OB = 10$ cm.
- (ক) তড়িৎ দ্বিমেরু কাকে বলে? ১
- (খ) কোনো বস্তুকে হাত দ্বারা ঘর্ষণ করলে উহা আহিত হয় না কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
- (গ) q_1 ও q_2 চার্জের জন্য 'O' বিন্দুর বিভব নির্ণয় কর। ৩
- (ঘ) বর্ণিত চার্জদ্বয়ের জন্য O ও P বিন্দুর তড়িৎ প্রাবল্য একই হবে কি না? যাচাই করে মতামত দাও। ৪

03. একটি গ্যালভানোমিটারের রোধ 20Ω এবং 80 mA পর্যন্ত প্রবাহ সহ্য করতে পারে। এর সাথে সান্ট যুক্ত করে একটি অ্যামিটারে পরিণত করা হলো। ফলে এটি 2A পর্যন্ত প্রবাহ সহ্য করতে সক্ষম হলো।
- (ক) তড়িৎ বর্তনী কাকে বলে? ১
- (খ) তামার আপেক্ষিক রোধ $1.78 \times 10^{-8}\Omega m$ বলতে কী বুঝ? ২
- (গ) ব্যবহৃত শান্টের মান নির্ণয় কর। ৩
- (ঘ) অ্যামিটারটির পাল্লা দ্বিগুণ করা সম্ভব কী-? গাণিতিক বিশ্লেষণ দ্বারা দেখাও। ৪

04. একক চিরের জন্য অপবর্তন পরীক্ষায় 4600Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যরে আলো দিয়ে 0.1 mm প্রস্থের চিরকে আলোকিত করা হল।
- (ক) ইলেকট্রন ভোল্ট কাকে বলে? ১
- (খ) বর্তনীতে বিদ্যুৎ প্রবাহ চলার ক্ষেত্রে অভ্যন্তরীণ রোধের ভূমিকা কী? ২
- (গ) ২য় ক্রমের উজ্জ্বল পট্টির জন্য অপবর্তন কোণ বের কর। ৩
- (ঘ) কেন্দ্রীয় উজ্জ্বল বিন্দু থেকে উভয় পাশে ৩য় ক্রমের অন্ধকার বিন্দুর মধ্যবর্তী কোণের ব্যবধান নির্ণয় কর। ৪

05. [চিত্র: 100m × 40m; নভোযান → 0.5 c] ; উদ্দীপকে একটি ফুটবল মাঠ দেখানো হয়েছে।
- (ক) অপবর্তন গ্রেটিং কী? ১
- (খ) বিপদ সংকেতে সব সময় লাল আলো ব্যবহার করা হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
- (গ) উদ্দীপকের ফুটবল মাঠটির দৈর্ঘ্য ও প্রস্থ নভোচারীর নিকট কত মনে হবে? ৩
- (ঘ) নভোযানটি কত দ্রুতিতে চললে ফুটবল মাঠটি নভোচারীর নিকট বর্গাকার মনে হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

06. একটি নিউক্লিয় পাওয়ার প্লান্টে 5 gm ভরের $^{235}_{92}U$ ব্যবহার করা হল এবং নিম্নরূপ বিক্রিয়া সংগঠিত হল।
$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{141}_{56}Ba + ^{92}_{36}Kr + 3^{1}_{0}n$ বিক্রিয়াটিতে প্রতি সেকেণ্ডে 5.02×10^6 সংখ্যক পরমাণু ক্ষয় হয়।
($1\ amu = 1.67 \times 10^{-27}kg$, $^{141}_{56}Ba$ নিউক্লিয়াসের ভর $= 140.9139$ amu, $^{92}_{36}Kr$ নিউক্লিয়াসের ভর $= 91.8973$ amu, $^{1}_{0}n$ এর ভর $= 1.0087$ amu, $^{235}_{92}U$ এর ভর $= 235.043$ amu)

(ক) সূচন কম্পাঙ্ক কাকে বলে? ১
(খ) আপেক্ষিক তত্ত্ব অনুসারে সমবেগে গতিশীল কাঠামোতে ঘড়ি ধীরে চলে কেন–ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) তেজস্ক্রিয় ক্ষয়ধ্রুবকের মান নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) প্রদত্ত নিউক্লিয়ার ফিশন বিক্রিয়ার দ্বারা শক্তি পাওয়া সম্ভব কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

07.


চিত্র: ক   চিত্র: খ

(ক) হাইজেনবার্গের অনিশ্চয়তা সূত্রটি লিখ। ১
(খ) বিশেষ আপেক্ষিক তত্ত্বের স্বীকার্যগুলো লিখ। ২
(গ) একটি কমন ইমিটার ট্রানজিস্টরের জন্য $\beta = 100$ এবং $I_B = 50\mu A$ হলে α, I_C ও I_E এর মান কত? ৩
(ঘ) 'ক' চিত্রের ডিভাইসটি দ্বারা কারেন্ট রেকটিফিকেশন বর্ণনা কর। ৪

08. একটি n-p-n ট্রানজিস্টরকে সাধারণ নিঃসারক বিন্যাসে সজ্জিত করে নিঃসারক প্রবাহ 1.7 mA এবং পীঠ প্রবাহ 0.07 mA পাওয়া গেল। পরবর্তীকালে সাধারণ পিঠ বিন্যাসে নিঃসারক প্রবাহ ও সংগ্রাহক প্রবাহ তিনগুণ করা হলো।

(ক) বন্ধন শক্তি কী? ১
(খ) n টাইপ অর্ধপরিবাহী বলতে কী বুঝায়? ২
(গ) প্রথম ক্ষেত্রে প্রবাহ লাভ নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) বিবর্ধক হিসেবে কোন বিন্যাসটি অধিক কার্যকর? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

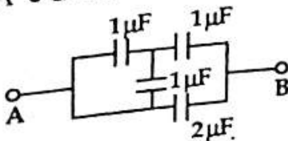
বহুনির্বাচনি প্রশ্ন

পূর্ণমান: ২৫ সময়: ২৫ মিনিট

01. 127°C এবং 27°C তাপমাত্রার মধ্যে কর্মরত একটি কার্নো ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা -
(a) 15% (b) 25% (c) 35% (d) 50%

02. সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় যে ভৌত রাশিটি স্থির থাকে তাকে কী বলে?
(a) এনট্রপি (b) অন্তঃস্থশক্তি (c) চাপ (d) আয়তন

03. তাপগতিবিদ্যায় দ্বিতীয় সূত্রকে প্রকাশ করা যায় নিম্নলিখিত উপায়ে-
(i) তাপ ইঞ্জিনের দক্ষতা কখনই 100% হতে পারে না
(ii) তাপ সবসময় উত্তপ্ত বস্তু থেকে শীতল বস্তুর দিকে প্রবাহিত হয়
(iii) মহাবিশ্বের মোট এন্ট্রপি সবসময় স্থির
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

04. প্রদত্ত চিত্রে A ও B এর মধ্যে তুল্য ধারকত্ব হলো-


(a) $\frac{8}{3}\mu F$ (b) $\frac{7}{6}\mu F$ (c) $\frac{5}{6}\mu F$ (d) 2μF

05. সমবিভব তলে দুটি বিন্দুর -
(i) তড়িৎ প্রাবল্য সমান (ii) বিভব পার্থক্য অশূন্য
(iii) চার্জ স্থানান্তরে কাজ শূন্য
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i,ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

06. নিচের কোনটি সঠিক নয়?
(a) সকল ডাই-ইলেকট্রিক অপরিবাহী
(b) সকল অপরিবাহী ডাই-ইলেকট্রিক নয়
(c) ডাই-ইলেকট্রিকে পোলারাইজেশন ঘটে
(d) উষ্ণতা বৃদ্ধিতে ডাই-ইলেকট্রিকের রোধ হ্রাস পায়

07. নিচের কোনটি সঠিক নয়?
(a) $C_p = C_1 + C_2$ (b) $\frac{1}{C_s} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$
(c) $R_s = R_1 + R_2$ (d) $R_p = R_1 + R_2$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
একটি কোষের তড়িচ্চালক শক্তি 2.2 ভোল্ট। যখন কোষটিকে 15 ওহম রোধের একটি তারের সাথে সংযুক্ত করা হয় তখন প্রাপ্ত ভোল্ট 2 হয়।

08. হারানো বিভব কত ভোল্ট?
(a) 0.2 (b) 0.3 (c) 0.4 (d) 0.5

09. কোষের অভ্যন্তরীণ রোধ কত ওহম?
(a) 0.05 (b) 0.1 (c) 1.5 (d) 0.2

10. হুইটস্টোন ব্রিজ নীতিতে কাজ করে-
(i) মিটার ব্রিজ (ii) পটেনশিওমিটার
(iii) পোষ্ট অফিস বক্স
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

11. দশা পার্থক্য ও পথ পার্থক্যের অনুপাত কত?
(a) $\frac{2\pi}{\lambda}$ (b) $\frac{\lambda}{\pi}$ (c) $\frac{\lambda}{2\pi}$ (d) $\frac{2\lambda}{\pi}$

12. একটি তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য 6000Å। তরঙ্গটি কোন ধরনের?
(a) শব্দ তরঙ্গ (b) দৃশ্যমান আলোক
(c) গামারশ্মি (d) আলোক

13. অন্ধকারে ছবি তোলার জন্য ক্যামেরায় ব্যবহৃত হয় — .
(a) গামা রশ্মি (b) অতিবেগুনি রশ্মি
(c) এক্স রশ্মি (d) অবলোহিত রশ্মি

14. মহাবিশ্বে ইথারের অস্তিত্ব নেই তা কত সালে প্রমাণিত হয়?
(a) 1977 (b) 1887 (c) 1992 (d) 2013

15. $\frac{c}{\sqrt{3}}$ বেগে চলমান কণার মোট শক্তি হলো-
(a) $0.173\ m_0c^2$ (b) $\sqrt{\frac{3}{2}}m_0c^2$
(c) $\frac{\sqrt{2}}{4}m_0c^2$ (d) $1.732\ m_0c^2$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
4000Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো কোনো ধাতব পৃষ্ঠে আপতিত হলে যে ইলেকট্রন নির্গত হয় তার সর্বোচ্চ গতিশক্তির মান 0.4 eV

16. ধাতব পৃষ্ঠের উপর আপতিত ফোটনের শক্তি কত?
(a) 4.1078 eV (b) 2.7810 eV
(c) 3.1078 eV (d) 4.3078 eV

17. ঐ ধাতুর কার্য অপেক্ষক কত?
(a) 2.7078 eV (b) 3.7078 eV
(c) 3.5078 eV (d) 4.3078 eV

18. ভরশক্তির সম্পর্ক হলো-
(a) $E = \frac{m}{c^2}$ (b) $E = \frac{c^2}{m}$
(c) $E = mvc^2$ (d) $E = mc^2$

19. নিচের কোন গেটটি AND এবং NOT গেটের সমন্বয়ে তৈরি?
(a) NAND (b) XOR (c) NOR (d) OR

20. একটি ট্রানজিস্টরের বিবর্ধন গুণাঙ্ক 0.98 এবং অ্যামিটার কারেন্ট 1.5 mA হলে, কালেকটর কারেন্ট কত?
(a) 7.47 mA (b) 4.74 mA
(c) 1.74 mA (d) 1.47 mA

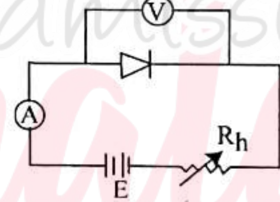
21. ট্রানজিস্টর তৈরি করা হয়-
(i) দুটি p-টাইপের মাঝে একটি n টাইপ স্যান্ডউইচ করে
(ii) দুটি n-টাইপের মাঝে একটি p টাইপ স্যান্ডউইচ করে
(iii) তিনটি n-টাইপ পাশাপাশি রেখে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

22. কোনটি মৌলিক গেইট নয়?
(a) OR (b) AND
(c) NAND (d) NOT

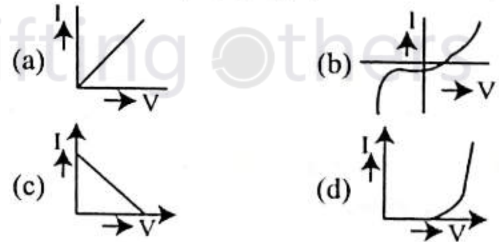
23. n-টাইপ সেমিকন্ডাক্টর হচ্ছে-
(i) আর্সেনিক ডোপায়িত জার্মেনিয়াম
(ii) ফসফরাস ডোপায়িত সিলিকন
(iii) গ্যালিয়াম ডোপায়িত জার্মেনিয়াম
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i ও ii (b) ii ও iii (c) i ও iii (d) i, ii ও iii

24. $(0.3125)_{10}$ এর অক্টাল মান কত?
(a) $(0.34)_8$ (b) $(0.14)_8$ (c) $(0.44)_8$ (d) $(0.24)_8$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



25. বর্তনীর I-V লেখচিত্র কোনটি?



উত্তরপত্র

01	b	02	b	03	a	04	a	05	b	06	a	07	d	08	a	09	c	10	c
11	a	12	b	13	d	14	b	15	b	16	c	17	a	18	d	19	a	20	d
21	a	22	c	23	a	24	b	25	d										

২০২১ ঢাবি 'ক' সেরাদের দৃষ্টিতে উদ্ভাস



ঢাবি 'ক'-১ম : আসীর

উদ্ভাস-এ এডভান্স এডমিশন কোর্স শুরু করায় আমার পরিপূর্ণ প্রস্তুতি নেওয়া সহজ হয়েছিল। ভার্সিটি 'ক' স্ট্যান্ডার্ড এক্সামগুলো ঢাবি 'ক' ভর্তি পরীক্ষায় ১ম স্থান অর্জনে দারুণ ভাবে সাহায্য করেছে।

ঢাবি 'ক'-২য় : তুহিন



উদ্ভাস-এর টিচার ভাইয়ারা ক্লাসের আগে ও পরে না পারা বিষয়গুলো বুঝিয়ে দিতেন। ব্রাঞ্চের ভাইয়ারা নিয়মিত রেজাল্টের খোঁজ-খবর নিতেন এবং উৎসাহ দিতেন। উদ্ভাস আমার কাছে পরিবারের মতো।



ঢাবি 'ক'-৩য় : যারীফা

ঢাকা ও ঢাকার বাইরে একই সার্ভিস হওয়ায় আমাকে আর ঢাকায় গিয়ে কোচিং করতে হয়নি। ক্লাস-পরীক্ষা, ম্যাটেরিয়ালস এবং মডেল টেস্ট ভার্সিটি প্রস্তুতিতে উদ্ভাস-ই বেস্ট।

ঢাবি 'ক'-৪র্থ : অভিষেক



দেশের সকল শাখার শিক্ষার্থীদের সম্মিলিত মেধাতালিকা দেওয়ায় নিজের অবস্থান বুঝতে পারতাম এবং সে অনুযায়ী নিজেকে প্রস্তুত করতে পারতাম।



ঢাবি 'ক'-৫ম : নিলয়

উদ্ভাস-এ অফলাইন ও অনলাইন ক্লাস-এক্সাম দুটোই আমার জন্য আশীর্বাদ স্বরূপ ছিলো। ক্লাস-পরীক্ষা, PDF ক্লাস নোটের পাশাপাশি Daily Exam আমার আত্মবিশ্বাস তৈরীতে বিরাট ভূমিকা রেখেছিল।

ঢাবি 'ক'-৬ষ্ঠ : ধ্রুব



উদ্ভাস-এর MCQ রেজাল্টের পাশাপাশি প্রতিদিন Written Exam এর উত্তরপত্র মূল্যায়নের পর দ্রুত সময়ের মধ্যে দেখতে পেতাম যা আমার প্রস্তুতিকে মজবুত করেছে। জয়তু উদ্ভাস!



ঢাবি 'ক'-৭ম : পাপড়ি

উদ্ভাস-এর প্রতিটি ম্যাটেরিয়ালস খুবই গোছানো এবং ভর্তি পরীক্ষার জন্য কার্যকরী। পরীক্ষাভিত্তিক সল্যুশন বুক ও পারফরমেন্স রিপোর্ট এককথায় অসাধারণ ছিল।

ঢাবি 'ক'-৮ম : সাকিব



একাডেমিক লাইফে যে টপিকগুলো আমার কাছে কঠিন ছিলো তা উদ্ভাসের ভাইয়ারা ভার্সিটি 'ক' এডমিশনের ক্লাসগুলোতে খুবই সহজ করে দিয়েছেন।



ঢাবি 'ক'-৯ম : অর্ণব

করোনা কালীন আমার প্রস্তুতির ধারা অব্যাহত রাখতে উদ্ভাসের অনলাইন ক্লাস-পরীক্ষাগুলো অনন্য ভূমিকা রেখেছিল। বেসিক কোর্স এ্যাড করায় অধ্যায়ভিত্তিক সমস্যাগুলো সলভ করা সহজ হয়েছিল।

ঢাবি 'ক'-১০ম : রিদম



ক্লাস-পরীক্ষার পাশাপাশি উদ্ভাস-এর গোছানো প্রিপারেশন বুক ও প্র্যাকটিস বুকগুলো আমার প্রস্তুতিকে আরও সুদৃঢ় করেছে।

২০২৩ ব্যাচে ভর্তি চলছে... www.udvash.com 09666775566

উদ্ভাস-এর ঢাকার শাখাসমূহ

শাখা	ফোন নং	ঠিকানা
মিরপুর	০১৭১৩২৩৬৭০৫	প্লট-৪ (৪র্থ তলা), ব্লক-বি, সেকশন-৬ (শেরেবাংলা স্টেডিয়ামের ৫নং গেটের বিপরীতে)।
রূপনগর	০১৭১৩২৩৬৭৩৪	বাড়ী নং-২০ (৪র্থ তলা), রোড নং-১২, রূপনগর, মিরপুর।
ক্যান্টনমেন্ট	০১৭১৩২৩৬৭২৪	৮৩/১, সালাম প্লাজা (৪র্থ তলা), কচুক্ষেত মেইন রোড (বাটা শোরুমের পাশের বিল্ডিং), ঢাকা ক্যান্টনমেন্ট।
ফার্মগেট	০১৭১৩২৩৬৭১১	মালেক টাওয়ার (৬ষ্ঠ তলা, ২য় লিফটের ৫), ফার্মগেট (ফার্মগেট পুলিশ বক্সের বিপরীতে)।
	০১৭১৩২৩৬৭১০	৭৮ গ্রীন রোড (২য় তলা) হোটেল গ্রীন প্যালেস-এর পাশের বিল্ডিং।
	০১৭৮৭৬৮৭৫০১	কনকর্ড টাওয়ার (৫ম তলা) ফার্মগেট পুলিশ বক্সের বিপরীতে।
মোহাম্মদপুর	০১৭১৩২৩৬৭০১	বাড়ী নং-১৪/১৭ (২য় তলা), ইকবাল রোড, মোহাম্মদপুর (পোস্ট অফিসের গলি)।
সাইন্স ল্যাব.	০১৭১৩২৩৬৭০৬	হ্যাপী আর্কেড শপিং মল (৩য় তলা), বাড়ী নং- ৩, রোড নং- ৩ মিরপুর রোড, ধানমন্ডি।
বকশিবাজার	০১৭১৩২৩৬৭১২	হেলিকন সেন্টার (৪র্থ তলা), ১৯/১, ১৯/২ (১৮ তলা ভবন), বকশিবাজার মোড় (ঢাকা মেডিকেল কলেজ সংলগ্ন)।
লক্ষ্মীবাজার	০১৭১৩২৩৬৭২০	১৫, লক্ষ্মীবাজার (৪র্থ তলা), সেন্ট গ্রেগরী স্কুলের বিপরীতে, পুরান ঢাকা।
যাত্রাবাড়ী	০১৭১৩২৩৬৭১৯	বাড়ী নং-১০১, শহীদ ফারুক সড়ক (৩য় তলা), যাত্রাবাড়ী (অগ্রণী ব্যাংকের পাশের বিল্ডিং)।
দনিয়া	০১৭১৩২৩৬৭১৮	বাড়ী নং-৫৯৪ (২য় তলা), দনিয়া বাজার রোড, দনিয়া (দনিয়া মাজার-এর পাশের বিল্ডিং)।
ডেমরা (কোনাপাড়া)	০১৭১৩২৩৬৭৫৭	আজিজ টাওয়ার (৩য় তলা), ফার্মের মোড়, কোনাপাড়া, ডেমরা (UCB ব্যাংকের উপরে)।
বনশ্রী	০১৭১৩২৩৬৭২৩	বাড়ী নং-১৩, ব্লক-বি (৪র্থ তলা), রামপুরা (মেইন রোড, বনশ্রী প্রজেক্ট)।
বাসাবো	০১৭১৩২৩৬৭২২	বাড়ী নং-১১৪/এ (২য় তলা), সবুজবাগ, বাসাবো (বৌদ্ধ মন্দির-এর বিপরীতে)।
খিলগাঁও	০১৭১৩২৩৬৭৬৮	বাড়ি নং ১৪১৪/১/এ ন্যাশনাল আইডিয়াল স্কুল এন্ড কলেজের ১নং বিল্ডিং গেইট এর বিপরীতে।
মতিঝিল	০১৭১৩২৩৬৭০৮	বাড়ী নং-১৬৭, ইডেন বিল্ডিং (২য় তলা), মতিঝিল (নটর ডেম কলেজের বিপরীতে)।
শান্তিনগর	০১৭১৩২৩৬৭০৩	১ নং সিদ্ধেশ্বরী লেন, মৃধা ভবন (৪র্থ তলা, লিফটের ৩), শান্তিনগর (সিদ্ধেশ্বরী গার্লস স্কুলের পূর্ব পাশে)।
মালিবাগ	০১৭১৩২৩৬৭০২	হোসাফ শপিং কমপ্লেক্স (৪র্থ তলা), মালিবাগ মোড় (মেডিনোভা ডায়াগনস্টিক সেন্টার বিল্ডিং)।
টংগী	০১৭১৩২৩৬৭৫৯	হোল্ডিং- ১৮৬/৯, এস. এস. একাডেমী রোড (২য় তলা), আউচপাড়া, টংগী।
উত্তরা	০১৭১৩২৩৬৭০৭	সেক্টর নং-৬, রোড নং-১২, হাউজ নং-৭ (৫ম তলা), হাউজ বিল্ডিং, উত্তরা।
সাভার	০১৭১৩২৩৬৭২১	বি-২ জালেশ্বর, ওয়াইএমসিএ বিল্ডিং, রেডিও কলোনী, সাভার, (সিঙ্গার শো-রুম এর ২য় তলা)।

উদ্ভাস-এর ঢাকার বাইরের শাখাসমূহ

গাজীপুর	০১৭১৩২৩৬৭৪৬	ও কে টাওয়ার, স্বপ্ন শপিং এর ৩য় তলা (সরকারি মহিলা কলেজের উত্তর পার্শ্বে), জয়দেবপুর।
নারায়ণগঞ্জ	০১৭১৩২৩৬৭১৭	এলাহী ভিলা, ৩৯/এ (২য় তলা), আল্লামা ইকবাল রোড (জামে মসজিদের দক্ষিণে), চাষাড়া।
ময়মনসিংহ	০১৭১৩২৩৬৭১৬	বাড়ী নং-১৯/এ (২য় তলা), সাহেব আলী রোড, নতুন বাজার, ময়মনসিংহ।
ময়মনসিংহ (কে.বি.)	০১৭১৩২৩৬৭৬৯	বাড়ী নং-৯৯ সরকার প্লাজা (২য় তলা), কেওয়াটখালি, ওয়াপদা মোড়, কে.বি. ইসমাইল রোড।
জামালপুর	০১৭১৩২৩৬৭৪০	বাড়ী নং- ৪৮ (৩য় তলা), আমলাপাড়া (জিলা স্কুল-এর বিপরীতে), জামালপুর।
শেরপুর	০১৭১৩২৩৬৭৪৯	বাড়ী নং-২৫১, ওয়ালটন প্লাজা (২য় তলা), খরমপুর, শেরপুর।
কিশোরগঞ্জ	০১৭১৩২৩৬৭৩৯	বুলবুল ভিলা (৩য় তলা), বকুলতলা মোড়, খরমপট্টি, কিশোরগঞ্জ।
নেত্রকোণা	০১৭১৩২৩৬৭৬৭	বাড়ী নং-৬৪১ (৩য় তলা), পৌরসভার বিপরীতে, নেত্রকোণা।
নরসিংদী	০১৭১৩২৩৬৭৩৮	বাড়ী নং-২০৫/০৪, নুসরাত ভিলা (২য় তলা), বালুর মাঠ, পশ্চিম ব্রাহ্মন্দী, নরসিংদী।
ব্রাহ্মণবাড়িয়া	০১৭১৩২৩৬৭৪৩	বাড়ী নং- ৯৬৩, খালেক মঞ্জিল (২য় তলা), মৌলভীপাড়া, ব্রাহ্মণবাড়িয়া।
সিলেট	০১৭১৩২৩৬৭২৯	জুবায়ের বাণিজ্যিক ভবন (২য় তলা), চৌহাট্টা (সিভিল সার্জন কার্যালয়-এর বিপরীতে)।
টাঙ্গাইল	০১৭১৩২৩৬৭৩৭	বাড়ী নং-২৮৭, জেলা সদর রোড, আকুরটাকুর পাড়া, টাঙ্গাইল (ধলেশ্বরী হাসপাতাল-এর ৪র্থ তলা)।
সিরাজগঞ্জ	০১৭১৩২৩৬৭৪২	বাড়ী নং- ৪, এস কে ভবন (৪র্থ তলা), বিএ কলেজ রোড (কাগজ বিতান সংলগ্ন), সিরাজগঞ্জ।
পাবনা	০১৭১৩২৩৬৭৩৬	আলিয়া মাদ্রাসা মার্কেট (২য় তলা), রাধানগর, পাবনা।
কুষ্টিয়া	০১৭১৩২৩৬৭৩৫	বাড়ী নং-৩/১ (২য় তলা), বিচারপতি মাহবুব মোর্শেদ সড়ক, পেয়ারাতলা, কুষ্টিয়া।
ঝিনাইদহ	০১৭১৩২৩৬৭৬১	কে সি কলেজের পশ্চিমে (এস এ পরিবহন সংলগ্ন), ঝিনাইদহ।
চুয়াডাঙ্গা	০১৭১৩২৩৬৭৬৪	বাড়ী নং- ২৯৫৭ (৩য় তলা), কলেজ রোড (গণপূর্ত অফিসের সামনে), চুয়াডাঙ্গা।
রাজশাহী	০১৭১৩২৩৬৭১৩	বাড়ী নং-১৫৪/২ (৩য় তলা), কাদিরগঞ্জ (নগর ভবনের পশ্চিম পাশে), রাজশাহী।
নওগাঁ	০১৭১৩২৩৬৭৫৬	আফিয়া গার্ডেন (৩য় তলা), কেডি মোড়ের উত্তর পার্শ্বে (পিএম স্কুল সংলগ্ন), উকিল পাড়া, নওগাঁ।
নাটোর	০১৭১৩২৩৬৭৫১	কাজী টাওয়ার (৪র্থ তলা), বই পট্টি, স্টেশন রোড, আলাইপুর, নাটোর।
চাঁপাইনবাবগঞ্জ	০১৭১৩২৩৬৭৪৭	বাড়ী নং-৫২, গাবতলা মোড় (নর্থ ব্রীজ স্কুলের ৪র্থ তলা), চাঁপাইনবাবগঞ্জ।
বগুড়া	০১৭১৩২৩৬৭২৭	বাড়ী নং-২৯২/৩০৪, ফজল কটেজ (২য় তলা), জলেশ্বরীতলা (কালী মন্দির সংলগ্ন), বগুড়া।
জয়পুরহাট	০১৭১৩২৩৬৭৫৪	প্রফেসর পাড়া, সূর্যের হাসি ক্লিনিক এর ৪র্থ তলা, জয়পুরহাট।
গাইবান্ধা	০১৭১৩২৩৬৭৫৫	আরশী প্লাজা (৩য় তলা), ডাক বাংলো মোড়, ডিবি রোড, গাইবান্ধা।
রংপুর	০১৭১৩২৩৬৭২৬	বাড়ী নং-৩৭ (৪র্থ তলা), মেডিকেল মোড় (রংপুর ক্যান্ট. পাবলিক কলেজ গেটের বিপরীতে)।
কুড়িগ্রাম	০১৭১৩২৩৬৭৫৩	এম আর জেড প্লাজা (২য় তলা), ঘোষ পাড়া (সেবা ক্লিনিক-এর সামনে), কুড়িগ্রাম।
সৈয়দপুর	০১৭১৩২৩৬৭৪১	বাড়ী নং- ২০২ (৩য় তলা), দিনাজপুর রোড, নতুন বাবু পাড়া (সিঙ্গার শো-রুমের উপরে)।
দিনাজপুর	০১৭১৩২৩৬৭৩৩	নার্গিস প্লাজা (৩য় তলা), চারুবাবুর মোড় (সেবা ফার্মেসীর উপরে), দিনাজপুর।
ঠাকুরগাঁও	০১৭১৩২৩৬৭৪৮	ইসলাম প্লাজার পশ্চিম পার্শ্বে, আলিম এন্টারপ্রাইজের (৩য় তলা) আমতলী মোড়।
মানিকগঞ্জ	০১৭১৩২৩৬৭৬৩	মানিকগঞ্জ প্লাজা (২য় তলা), শহীদ রফিক সড়ক, মানিকগঞ্জ।
ফরিদপুর	০১৭১৩২৩৬৭৩২	বাড়ী নং-৫৫ (২য় তলা), সারদা সুন্দরী মহিলা কলেজ রোড (অম্বিকা সড়ক), ঝিলটুলি।
গোপালগঞ্জ	০১৭১৩২৩৬৭৬০	হোল্ডিং- ২৮১/৩ (৪র্থ তলা), বটতলা, গোপালগঞ্জ।
মাগুরা	০১৭১৩২৩৬৭৫২	বাড়ী নং- ৪৫/৪৬ (৩য় তলা), কাউন্সিল পাড়া (পৌরসভার পিছনে), মাগুরা।
যশোর	০১৭১৩২৩৬৭৩১	মতি শপিং কমপ্লেক্স (৩য় তলা), জজ কোর্ট মোড় (প্রেস ক্লাবের পাশের বিল্ডিং), যশোর।
খুলনা	০১৭১৩২৩৬৭১৫	বাড়ী নং-৪৬/১ (৫ম তলা), মশিউর রহমান রোড, শান্তিধাম মোড়, খুলনা।
সাতক্ষীরা	০১৭১৩২৩৬৭৫০	সরকারি কলেজ রোড (২য় তলা), মুনজিতপুর (করিম মেসের বিপরীতে), সাতক্ষীরা।
বরিশাল	০১৭১৩২৩৬৭৩০	বাড়ী নং-৩১/৩২, রোজ-বে (নিচ তলা), উত্তর আলেকান্দা, বগুড়া রোড, বটতলা, বরিশাল।
মুন্সিগঞ্জ	০১৭১৩২৩৬৭৬২	বাড়ী নং-৫৪/১ (৩য় তলা), বঙ্গবন্ধু সড়ক (কাচারি চত্বর), শিল্পকলার দক্ষিণ পাশে, মুন্সীগঞ্জ।
কুমিল্লা	০১৭১৩২৩৬৭২৮	বাড়ী নং-২০৩/১৮৭, গার্ডেন সিটি (৪র্থ তলা), ঝাউতলা, (পুলিশ লাইন মোড় সংলগ্ন), কুমিল্লা।
চাঁদপুর	০১৭১৩২৩৬৭৬৫	দোহা প্লাজা (৩য় তলা), স্টেডিয়াম রোড, চাঁদপুর।
ফেনী	০১৭১৩২৩৬৭৪৪	শাহজাহান টাওয়ার (২য় তলা), মিজান রোড-এর মাথায় (সোনালী ব্যাংকের পশ্চিম পাশে), ট্রাংক রোড, ফেনী।
নোয়াখালী	০১৭১৩২৩৬৭৪৫	বাড়ী নং ২০৮, আলিফ প্লাজা (৪র্থ তলা), পৌর বাজার (কৃষি ব্যাংকের উপরে), প্রধান সড়ক, মাইজদী কোর্ট, নোয়াখালী।
চট্টগ্রাম (চকবাজার)	০১৭১৩২৩৬৭১৪	গুলজার টাওয়ার (৪র্থ তলা), গুলজার মোড়, চকবাজার, চট্টগ্রাম।
চট্টগ্রাম (হালিশহর)	০১৭১৩২৩৬৭৫৮	মমতাজ হাইটস (৪র্থ তলা), বড়পুল মোড় (ইসলামী ব্যাংকের বিপরীতে), হালিশহর।
কক্সবাজার	০১৭১৩২৩৬৭৬৬	সৈকত টাওয়ার (৫ম তলা), বার্মিজ মার্কেট, কক্সবাজার।

জেলা কো-অর্ডিনেটর

সুনামগঞ্জ	০১৩১৩৩৬৮৬৭১	রাঙামাটি	০১৩১৩৩৬৮৬৬৬	মেহেরপুর	০১৩১৩৩৬৮৬৭০	বরগুনা	০১৩১৩৩৬৮৬৫৮
হবিগঞ্জ	০১৩১৩৩৬৮৬৫৬	খাগড়াছড়ি	০১৩১৩৩৬৮৬৬৩	নড়াইল	০১৩১৩৩৬৮৬৫০	পটুয়াখালী	০১৩১৩৩৬৮৬৬১
মৌলভীবাজার	০১৩১৩৩৬৮৬৫৫	শরীয়তপুর	০১৩১৩৩৬৮৬৪৮	বাগেরহাট	০১৩১৩৩৬৮৬৫৪	ভোলা	০১৩১৩৩৬৮৬৬২
লক্ষ্মীপুর	০১৩১৩৩৬৮৬৪৭	মাদারীপুর	০১৩১৩৩৬৮৬৬৮	পিরোজপুর	০১৩১৩৩৬৮৬৬০	লালমনিরহাট	০১৩১৩৩৬৮৬৪৬
বান্দরবান	০১৩১৩৩৬৮৬৬৫	রাজবাড়ী	০১৩১৩৩৬৮৬৬৯	ঝালকাঠি	০১৩১৩৩৬৮৬৫৯	পঞ্চগড়	০১৩১৩৩৬৮৬৫৩
						ঠাকুরগাঁও (পীরগঞ্জ)	০১৩১৩০৩৬৩৪২